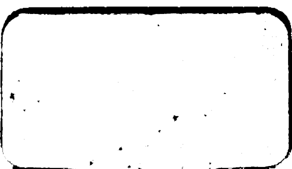




SP

Frija not listed





BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE

PHARMACO-MÉDICALE

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

Recherches botaniques et thérapeutiques sur le *Croton Tiglium* (Thèse de la Faculté de Médecine, Paris, 1861, in-4°, avec 2 planches).

Sur des Fleurs monstrueuses d'Epimedium Musschianum (*Adansonia*, mai 1864).

Monstruosités végétales, premier fascicule, avec une planche gravée (*Adansonia*, juin 1864).

Recherches organographiques et organogéniques sur le *Coffea arabica* L. (Thèse de l'École supérieure de pharmacie de Paris). Paris, 1864, in-8°, avec 4 planches gravées.

Des Tiges des Phanérogames (Des points d'organisation communs aux types des Monocotylédones et des Dicotylédones). Paris, in-8°, 3 planches.

Sur l'origine, la provenance et la production de la Myrrhe (*Balsamodendron Myrrha* Nées). *Adansonia*, VII, 1867, Paris, une pl. en coul. 1 50

Observations sur les genres *Protium* **et** *Protionopsis*. *Adansonia*, VII, 1867, Paris.

Observations sur les genres *Garuga* **et** *Thyrsodium*. *Adansonia*, VII, 1867, Paris.

Des classifications et des méthodes en botanique. Mémoire présenté à la Linnéenne de Maine-et-Loire. 1867.

Des recherches sur l'organisation des Burséracées. (Thèse pour le doctorat ès sciences naturelles.) 1868. Paris, 6 planches en couleur.

Histoire de l'ancien groupe des Térébinthacées. 1869. Paris.

Énumération des substances fournies à la Médecine et à la Pharmacie par l'ancien groupe des Térébinthacées. 1869. Paris.

Révision du Groupe des Anacardiacées. (Thèse pour l'agrégation à l'École supérieure de pharmacie.) Paris, 1869.

Reproduction des animaux infusoires. (Thèse agrég. Faculté méd. 1869. 2 planches.)

Eléments de Botanique (Enseignement secondaire spécial). 3 années. In-18. 1872.

Organogénie des ovaires du *Datura Stramonium* **et du** *Nicandra physaloides*, in *Bull. Soc. bot. de France*, 1877. 2 planches.

Organisation et structure de l'*Hygrocrocis arsenicus*, végétal qui se développe dans la solution arsenicale de Fowler. Comm. Acad. des sciences. 1878.

Monstruosité du *Linaria elatine*, in *Bull. Soc. bot. de France*, 1879, 1 pl. gravée.

Note sur la phycocolle ou gélatine végétale produite par les Algues, in *Bull. Soc. bot. de France*, 1879.

Note sur une Nostochinée parasite, in *Bull Soc. bot. de France*, 1879.

Monstruosité de *Pæonia Moutan*, in *Bull. Soc. bot. de France*, 1879, 1 pl.

Des Virus-Vaccins, in *Journal de micrographie*, 6e année, 1881.

Coulommiers. — Typ. Paul BRODARD.

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE

PHARMACO-MÉDICALE

PROGRAMME RAISONNÉ D'UN COURS PROFESSÉ

A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

PAR

N. LÉON MARCHAND

Professeur de Botanique cryptogamique à l'École supérieure de pharmacie
Docteur en médecine et docteur ès sciences

TOME PREMIER

1re partie : INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES CRYPTOGAMES.
2e partie : LES FERMENTS *(Protorganisés et protophytes)*.

Avec 120 figures dans le texte

ET UNE PLANCHE EN TAILLE DOUCE HORS TEXTE
Dessinées par FAGUET

PARIS
OCTAVE DOIN, ÉDITEUR
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1883



Fig. 1. — Forêt de l'époque paléophytique restaurée d'après les documents publiés par M. Grand'Eury dans sa *Flore carbonifère du département de la Loire*, 1877.

PRÉFACE

Les *plantes cryptogames* sont peu attrayantes au premier abord; aussi, en général, dédaigne-t-on leur étude pour s'adonner à celle des *plantes phanérogames;* mais si, surmontant ce premier sentiment, l'on se prend à les examiner d'un peu près, on se passionne bientôt pour elles et l'on ne peut plus s'arracher à leur contemplation. Champignons ou Mousses, Algues ou Lichens, Fougères ou Ferments, etc., etc., captivent même l'attention du naturaliste avec un soin si jaloux qu'il se trouve pour toujours comme fasciné par le groupe qu'il a abordé ; pour celui-là, il oublie tous les autres et passe sa vie à en scruter les moindres détails. C'est ainsi que se sont créées ces sciences qu'on nomme Mycologie, Phycologie, Bryologie, etc., etc., possédant toutes des représentants émérites qui, spécialisant leurs recherches, ont amené chacune d'elles à un point de plus en plus grand de perfectionnement.

Jusqu'à ce jour, ces différentes branches de l'étude des

Cryptogames sont restées isolées les unes des autres, indépendantes, s'ignorant presque, quoique de même origine, séparées, en apparence, par d'infranchissables barrières. Elles sont comme ces Etats voisins qui sont restés désunis parce qu'une montagne s'élève entre eux ou qui sont devenus ennemis par suite de la présence malencontreuse d'un bras de mer ou même d'un simple cours d'eau. Aujourd'hui, un souffle d'union est dans l'air : pour se joindre, les peuples perforent les montagnes, percent les isthmes, passent sous les mers, et les sciences s'unissent pour se féconder les unes par les autres. La *Botanique cryptogamique* a pour rôle de tenter l'union des sciences diverses qui s'occupent des Cryptogames, les reliant toutes en un faisceau auquel chacune apporte sa part de lumière, étant, en échange, appelée à profiter de l'apport général. D'une grande portée par ses applications, intéressante au plus haut degré par les horizons qu'elle fait découvrir, elle est ardue et difficile, par suite des détails multiples qu'elle emprunte à chaque spécialité. Aussi me suis-je trouvé bien perplexe lorsque je fus chargé d'enseigner cette *science nouvelle* et de la faire agréer du public. Quelle marche suivre dans cet enseignement, quelle forme donner à ce livre?

Je pouvais, en empruntant les matériaux de mon travail aux œuvres éparses des spécialistes les plus en renom, présenter une série de *genera* et de *species* groupés en une sorte de *compendium* plus ou moins développé et indigeste. L'œuvre était facile et se réduisait à une compilation naïve ou dissimulée, ou à une traduction plus ou moins terre

à terre; l'œuvre était fructueuse, car elle me fournissait le moyen de me faire placer d'emblée au rang des plus compétents en chaque matière. Que de gens, en effet, jugent les hommes au vernis d'érudition que produit l'accumulation de mots barbares, de termes incompréhensibles et de jets de cette prose latinisée qui donne comme des éblouissements!... Malgré tous les avantages que m'offrait cette manière de faire, j'en ai préféré une toute opposée. M'inspirant des travaux des maîtres, j'en ai tiré la quintessence, et je l'ai présentée sous forme de généralités, me contentant pour l'instant de tracer les grands contours et réservant les détails pour d'autres temps. Cette manière de faire était plus laborieuse, plus délicate et de tous points plus désavantageuse pour moi; mais elle me permettait de supprimer, pour le lecteur, une partie de l'aridité du sujet; en outre, elle devenait plus *mienne;* enfin, elle me semblait plus logique.

L'amateur de tableaux qui veut se rendre compte des qualités et des défauts d'une toile l'envisage tout d'abord dans son ensemble; pour cela, il l'éloigne de lui et fait jouer sur la peinture les rayons de la lumière sous des incidences diverses; ce n'est que lorsqu'il a saisi l'effet général qu'il passe à l'examen des détails et les scrute minutieusement les uns après les autres. On doit agir de même pour les œuvres de la nature. C'est cette considération qui m'a décidé à m'en tenir aux généralités. Puissé-je avoir réussi à faire désirer à mes lecteurs d'entrer plus avant dans l'étude de ces végétaux? car, alors, les minuties que je laisse de côté aujourd'hui prendront tout leur relief, et les détails

seront acceptés avec un empressement d'autant plus grand que l'intérêt aura été plus vivement excité.

La nature du sujet à traiter m'a placé en face de phénomènes qui, pour l'instant du moins, ne peuvent s'expliquer qu'en ayant recours à des hypothèses. Les êtres dont j'ai à retracer l'histoire ont été les premiers à apparaître à la surface du globe; d'où sont-ils sortis? Les premiers ils ont été favorisés de cet élément non encore défini qu'on nomme la *vie;* d'où l'ont-ils tirée?... Ils se sont perpétués jusqu'à nous à travers les convulsions de notre planète; comment se sont-ils accommodés aux changements successifs de milieu amenés par ces révolutions? Ces végétaux que nous voyons aujourd'hui sont-ils tels qu'ils étaient autrefois, ou bien ont-ils subi des changements dans leur composition et dans leur structure? Pour le savoir il nous faut faire une enquête... Il nous faut ressusciter les anciens témoins de ces époques, les reconstituer à l'aide de débris enfouis depuis des millions d'années (de siècles peut-être), les interroger, essayer de surprendre leurs secrets, et, alors, aller à la recherche des origines et des causes. On comprend quel large champ se trouve ouvert aux vues de l'esprit, aux théories. Mais est-il une science qui vive sans hypothèses? Le physicien sait-il bien ce que sont la lumière et la chaleur? n'est-il pas obligé, pour expliquer les phénomènes électriques, de s'appuyer sur l'hypothèse des deux fluides? Et les chimistes n'ont-ils pas la théorie des atomes, et celles des équivalents, des proportions définies, des radicaux, etc., etc.? Pourquoi refuserait-on aux sciences biologiques le même

droit d'admettre certaines hypothèses? Il est dans la nature de l'homme de demander à chaque être d'où il vient et où il va; nul ne se désintéresse de ces questions que s'il les croit résolues. Je ne suis pas de ceux qui pensent ainsi; l'histoire naturelle admise par la Genèse ou par l'Apocalypse ne me satisfait pas, et je n'hésite pas à déclarer qu'elle a besoin d'être revue et sérieusement corrigée. Je cherche donc!

Mais, dira-t-on, à quoi bon s'inquiéter du passé, pourquoi sonder ces abîmes et chercher à découvrir les secrets de l'avenir? N'y perd-on pas un temps qui serait mieux employé à démêler les phénomènes actuels. M. Milne-Edwards répond pour moi à cette question : « Dans quelques écoles de physiologie, on professe un grand dédain pour les vues de l'esprit, et l'on répète à chaque instant que les faits seuls ont de l'importance dans la science, que la philosophie doit se borner à les enregistrer? Mais c'est là, ce me semble, encore une grave erreur... Il en est de même pour les théories dans les sciences : ce sont elles qui y donnent la forme et le mouvement, qui servent de lien entre les faits dont la réunion en faisceau est une des conditions de leur emploi utile, qui guident et excitent les explorateurs dans la voie des découvertes.... Exclure les vues théoriques de l'histoire des phénomènes de la vie serait priver les sciences naturelles d'un élément qui leur est nécessaire, et, dans les études auxquelles je vais me livrer avec vous, je ne crois pas devoir négliger l'usage de leviers aussi puissants, tout en m'appliquant à n'en faire qu'un sage emploi [1]. »

1. Milne Edwards, *Physiologie et anatomie comparées*, vol. I, p. 9.

Quoi qu'il en soit ce livre, qui n'est que le programme raisonné d'un Cours de Cryptogamie, a été écrit non pour ceux qui savent, mais pour ceux qui veulent apprendre; je ne m'étonnerai donc pas si les érudits lui reprochent d'être trop élémentaire; je ne redoute qu'une chose : c'est que les commençants le trouvent trop savant. Mais, quels qu'aient été mes efforts pour bien faire, je n'ose me flatter d'avoir été assez heureux pour satisfaire tout le monde, car

> .... est bien fou du cerveau
> Qui prétend contenter tout le monde et son père.

Au reste, il n'y a que ceux qui ne font rien qui soient assurés de ne pas commettre d'*errores*, et quiconque écrit quelques lignes s'expose à se voir reprocher des *errata*. Je m'attends donc à la critique et m'en réjouis à l'avance, car j'y trouverai une nouvelle source d'enseignements. De plus, comme je ne serai jugé que dans un milieu où chacun est homme d'esprit et avant tout homme de science, je suis certain de ne pas rencontrer de ces critiques « qui savent siffler et non causer », de telle sorte que, si l'on trouve mon livre mauvais, on se hâtera d'en faire un meilleur. Cela tournera au profit de la *Botanique cryptogamique*. C'est là ma seule ambition.

LÉON MARCHAND.

Thiais, ce 13 avril 1880.

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES CRYPTOGAMES

« Lorsque nous examinons quelques points pris à des distances assez considérables, des différences remarquables se présentent; mais quand nous passons successivement des uns aux autres par tous les degrés intermédiaires, nous voyons les différences se nuancer et se fondre. »

(J.-B. PAYER, *Des classifications et des méthodes*, p. 8.)

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE

PHARMACO-MÉDICALE

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES CRYPTOGAMES

DÉFINITION DU MOT CRYPTOGAME

La *Botanique cryptogamique* [1] est cette partie de la Botanique qui traite des plantes cryptogames.

Les Cryptogames [2] (fig. 2) sont des plantes à noces cachées (χρυπτός et γάμος), et, en effet, elles se distinguent à première vue des Phanérogames qui sont des plantes à noces brillantes (φανέρός évident et γαμὸς noce) ; elles n'ont point de *fleurs*, ces couchettes nuptiales, comme disent Linné et Van-Royen, ces réduits aux senteurs parfumées, à voiles de couleurs éblouissantes, au fond desquels s'accomplit la fécondation (*conjugation*) qui perpétue la vie, permet la variété des formes, peut-être même celle des espèces?

Chez les Cryptogames, point de fleurs! c'est-à-dire point

1. Pour simplifier, on dit aussi *Cryptogamie*, ce nom désignant la vingt-quatrième classe du système sexuel de Linné créée pour les végétaux qui nous occupent.

2. Toujours pour simplifier, on emploie substantivement l'adjectif cryptogame, et l'on dit : les Cryptogames. L'Académie fait de ce substantif un féminin et écrit *une* Cryptogame; malgré cela, beaucoup d'auteurs disent et écrivent *un* cryptogame, sous-entendant le mot végétal et non le mot plante.

de ces organes qui semblent être pour le végétal comme la parure du jour de fête et qui, par la coquetterie des formes, l'éclat des couleurs, la suavité des nectars, la délicatesse et la finesse des tissus, flattent tous les sens à la fois et accumulent tant d'attraits, qu'elles forcent l'attention des êtres de



Fig. 2. — *Clathrus cancellatus* (Champignons).

la création, hommes et bêtes, les invitant à partager leurs joies, provoquant même les plus distraits à intervenir et à déterminer, par leurs attouchements [1], l'acte d'union en vue

1. Cette vérité autrefois soupçonnée par Hall et Christian Conrad Sprengel, soutenue par Curtius Sprengel, semble être prouvée par les observations de MM. Ch. Darwin, Hildebrand, Delpino, Muller (Herm.), Lubbock, Kerner, Kuntze (O.), Behrens, Wilson (Alex.), elle est adoptée par M. Sachs dans son livre *Traité de Botanique* (traduction de M. Ph. Van-Tieghem, 1874). Les recherches de ces observateurs, entreprises en vue de prouver la fécondation croisée, ne laissent que peu de doute sur l'attention que portent les insectes aux colorations, odeurs et parfums des fleurs. Ce que résume cette phrase

duquel la plante phanérogame semble avoir ajusté tous ses joyaux, étalé toutes ses séductions, revêtu, en un mot, la *livrée des amours*... (fig. 3). Chez les Cryptogames, point de fleurs ! et, s'il y a union ou conjugation, le phénomène doit se passer bien discrètement, bien obscurément, car rien ne l'annonce, rien ne le publie, rien ne le trahit, et les noces passent si inaperçues (κρυπτὸς, γάμος) que d'illustres savants et que de profonds observateurs ont pu croire qu'elles n'avaient point lieu et ont, en raison de cette croyance, proposé de substituer le nom d'Agames (ἀ privatif, γάμος) à celui de Cryptogames, qui semblait encore trop prétentieux et qui, de plus, devenait erroné.

Agames? qui serait tenté de le nier? bien plus, comment ne pas le penser? Comment supposer chez ces Algues qui remplissent les mares, les cours d'eau ou hérissent les rochers de nos côtes, chez ces Champignons fléaux des cultures ou moisissures qui s'installent partout jusque sur nous, chez ces Lichens, lèpres des arbres, des murs, des pierres, chez ces Mousses ou ces Lycopodes, gazons de nos bois que nous foulons aux pieds, voire même chez les plus belles Fougères, — qui pourrait supposer, disons-nous, une union, une copulation analogue à celle qui se fait avec tant d'éclat et tant de pompe chez les plantes à fleurs, comme la Rose ou le Lis? Et pourtant cela est, il n'est plus possible d'en douter. Le microscope a permis de découvrir

de Lubbock, « non-seulement la forme et les couleurs actuelles, les teintes brillantes, la douce odeur et le miel des fleurs ont été peu à peu développés par la sélection inconsciente exercée par les insectes ; mais l'arrangement même des couleurs, les bandes circulaires, les lignes radiales, la forme, la grandeur, la position des pétales, la situation relative des étamines et du pistil sont tous disposés par rapport aux visites d'insectes, et de façon à assurer le grand objet que les visites sont destinées à effectuer » (*British wild Flowers in relation to Insects*, p. 44). L'homme, lui-même, lorsque toutefois son admiration ne va pas jusqu'à se traduire par la cueillette, attiré par le coloris et le parfum des fleurs, apporte souvent le pollen au contact du stigmate et produit, inconsciemment aussi, la fécondation croisée.

chez ces Cryptogames toute une série de phénomènes physiologiques, plus intéressants les uns que les autres, et parmi eux se place en première ligne la copulation, l'union des sexes se montrant sous des formes variées, mais se ramenant toujours au même phénomène essentiel, la *fusion de deux petites masses de protoplasma*.

Or le physiologiste qui compare, aujourd'hui, les noces des Phanérogames à celles des Cryptogames et qui juge les phénomènes d'une manière impartiale trouve que celles de ces dernières sont, pour le monde des microscopiques, aussi brillantes et aussi tapageuses que le sont, dans leur monde, celles des premières; et quiconque aura suivi les phases de la reproduction des *Volvox*, des *Sphæroplœa annulina*, des *Fucus*, etc., etc., en restera à jamais convaincu. Nous dirons plus : la comparaison serait, peut-être, à l'avantage des Cryptogames. Toutefois il est bien certain que ces noces obscures et cachées paraissent, au premier abord, n'avoir aucun rapport avec celles des plantes d'organisation supérieure ; c'est ce qui fit proposer de remplacer le nom de Cryptogames par celui d'Æthéogames, ou mieux Aéthéogames [1], substitution qui, au reste, n'a pas été adoptée.

Modestes dans leurs allures, peu compliquées dans leur organisation, de structure réduite à sa plus grande simplicité, débarrassées ainsi de tous les voiles qui chez les Phanérogames masquent les phénomènes, les Cryptogames laissent volontiers surprendre leurs secrets. Aussi, si les unes, par la richesse et la complication de leur organisation, attirent les botanistes descripteurs, les autres sont recherchées des physiologistes, qui viennent leur demander l'explication de faits qu'il est impossible de comprendre chez les

1. **Aéthéogames (ἀ, privatif ; ἦθος, coutume ; γάμος, noces) : Palissot de Bauvois.**

premières. C'est ainsi, singulière antithèse, que c'est à ces plantes à noces cachées qu'il faut s'adresser si l'on veut saisir toutes les phases de l'acte de la fécondation ; on voit, sous ses yeux, s'accomplir le phénomène ; on assiste à la fusion de l'élément mâle et de l'élément femelle, amalgame de deux protoplasmas se contractant en un seul germe dont sortira un être qui participera, dans ses formes et ses habitudes, des deux parents qui ont concouru à sa génération.



Fig. 3. — *Cajophora lateritia.*

Est-ce donc à l'absence de fleurs qu'on reconnaîtra les plantes cryptogames? Au premier abord, ce caractère semble très exact, très réel, tout à fait incontestable; mais, en y réfléchissant un peu, on se sent bien vite gêné par l'insuffisance de tout caractère négatif et, en même temps, on se trouve embarrassé par le vague de la signification du mot fleur. Qu'est-ce qu'une fleur?

De ce que nous disions à l'instant il ressort : que la fleur (fig. 3) est un appareil complexe, composé d'enveloppes colorées et parfumées (voiles ou rideaux de la couche nuptiale :

calice et corolle), qui entourent les mâles (étamines) et les femelles (pistils) portés sur un réceptacle : les étamines et les pistils étant les organes indispensables de la génération puisque le germe en procède, les sépales du calice, les pétales de la corolle n'étant que des organes accessoires provoquant et protégeant l'acte de reproduction. Tout le monde ne voit pas cette fleur de la même façon.

Le fleuriste, l'horticulteur et la plupart de ceux qui aiment les fleurs ne voient en elles que les organes accessoires; la fleur est pour eux essentiellement constituée par ces lames colorées qui donnent l'éclat à la plante. Les étamines et les pistils importent peu, si peu, même, qu'on cherche tous les moyens possibles de les faire disparaître et de les faire se transformer en pétales. — La fleur la plus belle sera, dès lors, celle où les organes mâles et femelles s'étant transformés, auront fait place à des lames colorées de nuances variées, se mêlant avec celles de la corolle, et dans laquelle le calice, voire même les bractées de l'inflorescence, ayant échangé leur coloration verte pour une plus attrayante, viendront joindre leur éclat à celui des autres parties de la fleur. Une telle fleur est une monstruosité; elle n'a rien de ce qui fait l'essence de la fleur, et pourtant c'est la fleur parfaite pour bien des personnes qui, par contre, ne connaissent pas les plantes privées de ces enveloppes aux vives couleurs, et pour qui le Chêne, le Châtaignier, l'Arroche, ou la Patience, etc., sont des plantes sans fleurs, des Cryptogames par conséquent!

Le botaniste organographe, de son côté, ne voit de fleurs que dans les organes mâles et dans les organes femelles. Une fleur existe dès qu'il y a une étamine ou un pistil; séparés, ces organes donnent des fleurs unisexuées, réunis, on a les fleurs hermaphrodites. Quant à cette enceinte

brillante, dont les fleuristes faisaient tant de cas, pour lui, elle n'est que secondaire : c'est un périgone (περί, autour ; γόνος, ce qui engendre) ou un périanthe (περί, ἄνθος), car la fleur (ἄνθος) c'est l'appareil de reproduction. Le périanthe et le périgone peuvent servir à la classification ; mais, encore, n'a-t-on pas reconnu qu'on trouve réunies dans la même famille, bien plus dans le même genre, des espèces avec périanthe et des espèces qui en sont dépourvues, c'est-à-dire des plantes à fleurs et des plantes sans fleurs. La fleur est donc constituée essentiellement par l'androcée (ensemble des mâles) et le gynécée (ensemble des femelles). — Toute plante qui n'a pas ces deux verticilles d'organes unis ou séparés n'a point de fleur et devient, de ce fait, une Cryptogame !

Le physiologiste, s'attachant au fond plus qu'à la forme, et voyant, avant tout, le phénomène de la reproduction, ne demande point aux étamines d'être formées de deux sachets supportés, ou non, par un filet, et aux pistils d'être des feuilles roulées contenant un placenta portant des ovules ; de même que l'organographe, le physiologiste dédaignant aussi les parties accessoires, oubliera anthères et filets, stigmates, styles, ovaires, placentas ou trophospermes, ovules, etc., et ne verra dans la fleur que le grain de pollen, d'une part, et le sac embryonnaire, de l'autre. — Toute plante qui possède une telle fleur est une Phanérogame ; les Cryptogames seront celles qui n'ont rien d'analogue.

Et maintenant qu'entendre par ces mots : « Les Cryptogames sont des plantes sans fleurs ? » Nous n'avons point les fleurs éclatantes si recherchées des horticulteurs, cela est bien vrai ; mais, à ce compte, nous faudrait-il admettre au même titre les autres plantes qui sont aussi mal partagées au point de vue de l'éclat : les *Rumex*, les Chénopodes,

les Chênes, les Châtaigniers, etc., etc. Nous n'avons point de pistils ni d'étamines construits sur le type réglementaire décrit par l'organographe; mais ce type ne varie-t-il jamais dans les Phanérogames, et dans certains cas, chez les Cryptagames, ne sent-on pas que, si la forme n'est pas tout à fait semblable, il y a des passages qui empêchent toute coupure, toute séparation? Les Conifères, les Cycadées, certaines Amentacées n'ont qu'une écaille verdâtre pour représenter leur fleur, tandis que nos Mousses, nos Hépatiques pourraient peut-être montrer des périanthes plus perfectionnés. Si l'organographe est un peu physiologiste, il ne dira plus : en deçà de cette frontière il y a des plantes à fleurs, au delà il n'y a que des plantes sans fleurs : il sentira qu'insensiblement on passe des unes aux autres, et qu'au fond archégones et pistils, anthéridies et étamines sont des organes homologues. Le philosophe ira plus loin encore : s'élevant au-dessus des limites de formes, qui ne sont que des limites de convention, et ne voyant que l'essence des choses, il ne tiendra compte que des protoplasmes et déclarera que oogones et vésicules embryonnaires sont choses identiques, de même que le sont les anthérozoïdes et la fovilla.

Nous pouvons donc dire avec raison que la définition tirée de la considération des fleurs est aussi vague et aussi indéterminée que l'était celle tirée de la considération de l'acte reproducteur. Si le nom d'Agame doit être rejeté comme erroné, ceux de Ananthées [1] et de Cryptanthes [2] ne peuvent, non plus, être acceptés pour remplacer celui de Cryptogames, qui lui-même est loin de satisfaire l'esprit, la limite qu'il caractérise et qu'il affirme se résumant en une simple question de perfectionnement du microscope. — Ne

1. ἀ privatif, ἄνθος, fleur : Martius.
2. κρυπτὸς, caché ; ἄνθος, fleur : Wachendorff.

serait-il donc pas possible de trouver un *criterium*, un caractère précis qui permette de reconnaître une Cryptogame d'une Phanérogame et de former un nom qui définisse bien la chose? C'est ce que la suite nous apprendra; pour l'instant, recherchons comment la notion de la sexualité des plantes a pris naissance et comment elle a amené la création du mot que nous venons d'essayer de définir.

Le nom de Cryptogame, que nous préférons, est le plus ancien de tous ceux qui ont été proposés pour désigner ces plantes; il est dû à Linné, et il porte le cachet particulier allégorique qui a présidé à l'éclosion du *Système sexuel.* Mais, tout en reconnaissant la valeur de celui qui a donné cette classification hardie, meilleure encore que beaucoup d'autres que l'on a inventées depuis, nous pensons utile de montrer comment elle a été préparée, mûrie par les observateurs qui ont précédé Linné, de telle sorte que son avènement était forcé et ne demandait plus que la témérité du génie échauffé par la poésie de la jeunesse, — il n'avait que vingt-quatre ans à peine, — pour affirmer tout haut, ce que chacun pressentait et comprenait sans oser le dire. L'histoire de la découverte du sexe des plantes est le prélude nécessaire de celle du groupe des Cryptogames.

1re PÉRIODE. — **Empédocle, Aristote, Phanias et les disciples d'Aristote.**

2e PÉRIODE. — **Les Arabes.**

3e PÉRIODE. — **Rabelais, Césalpin, Zaluzian, Robert d'Oxford, Schrad, Blair, Ray, Camérarius (R.-J.), Burkhard, Moreland, Geoffroy (Cl.), Bradley (R.), Vaillant (S.), Pontédra, Leuwenhoëk, Kramer (H.), Linné (C.), Van-Royen, Wachendorff, Palissot de Beauvois.**

4e PÉRIODE. — **Adanson, Bernard de Jussieu, Ant.-Laur. de Jussieu, de Candolle, Endlicher, Richard (Cl.), Wilkomm (M.).**

DES CRYPTOGAMES EN GÉNÉRAL

Les Cryptogames sont des plantes qui, le plus souvent, gardent des allures d'indépendance et d'insoumission, telles qu'il est bien difficile, parfois même impossible à l'expérimentateur, de les faire se reproduire par la culture quand il tente de suivre toutes les phases de leur développement. Par contre, livrées à elles-mêmes, elles se montrent, en général, peu difficiles sur les conditions de vie et de multiplication. Rien de plus commun, et, en même temps, de plus envahissant, que les moisissures et les mucédinées de toute espèce : elles viennent partout où on ne les voudrait pas voir ; mais, si l'on s'attache à l'une d'elles et qu'on veuille la suivre dans son évolution, elle semble se refuser à se laisser surprendre, affecte des formes variées, devient méconnaissable, et se soustrait parfois complètement à nos investigations, en laissant à sa place toute autre congénère qui n'aura point été semée. Ces résultats tiennent moins encore à leur nature qu'à l'ignorance dans laquelle nous sommes des conditions nécessaires à la vie de ces végétaux ; or, comme elles sont de structure fort réduite, presque exclusivement composées d'une matière encore malléable et très sensible aux agents extérieurs, elles se déforment pour ainsi dire sous leurs efforts ; les plus inférieures sont de vrais protées et celles qui sont plus élevées en organisation, conservent un *polymorphisme* très étendu, derniers vestiges de ce protéisme.

Les agents atmosphériques et météorologiques impressionnent vivement les Cryptogames dans leurs fonctions ; pourtant si elles se laissent modifier elles ne se laissent point facilement anéantir : elles résistent aux éléments de destruction. Au reste ces plantes présentent à ce point de vue des variations d'aptitudes très grandes. Certaines se rencon-

trent sous les pôles, sur les glaciers, dans les neiges ; mais on en recueille d'autres dans des sources thermales dont la température coagulerait l'albumine ordinaire ; on prétend, même, qu'il en est qui se trouvent à merveille d'être portées à la température de 100 degrés et plus, comme si une telle température excitait leurs fonctions végétatives. Quelques-unes bravent la plus grande sécheresse, et on les trouve dans les déserts arides et brûlants; d'autres se montrent partout où il y a quelque humidité. On en rencontre sur les plus hautes montagnes, à des altitudes où la pression atmosphérique est bien près d'être nulle, et par contre on en a retiré du fond de la mer, où elles se trouvaient à une profondeur de 4000 mètres, ayant « à supporter l'énorme pression de 375 atmosphères, pression capable de faire éclater un canon [1]. »

Le groupe des Cryptogames contient les plantes les plus grandes et les plantes les plus petites. On y trouve des végétaux tels que, suivant Schleiden, il en faut 111,500,000 réunis pour atteindre le poids d'un gramme (de telle sorte que chacun pèse la millionième partie d'un milligramme), et qu'il en tient 41,000 millions sur un pouce carré ; il y en a de plus petits encore ! A côté on trouve des *Macrocystis* dont un échantillon mesuré par de Humboldt avait 500 mètres de longueur ; la flèche de la cathédrale de Strasbourg trois fois superposée donnerait une hauteur de 460 mètres seulement; il s'en faudrait donc de 40 mètres pour qu'elle égalât celle du *Macrocystis* en question. De telles plantes seraient dignes du nom de géantes, si leur grosseur était en rapport avec leur longueur; il n'en est rien : leurs tiges sont relativement minces

1. Pouchet (F.-A.), *L'Univers*, 3e édit., p. 18.

et flexibles pour leur permettre de flotter au gré des flots.

Les Cryptogames se rencontrent partout : dans les eaux, sur la terre, dans le sol, dans les airs, dans les corps vivants et dans les corps morts. Leur rôle dans l'économie du globe terrestre est de la plus haute importance.

I. Dans les eaux. — Les eaux sont remplies de ces Cryptogames qu'on appelle Algues; les fleuves, les rivières,



Fig. 4. — *Lessonia fucescens* (Algues).

les étangs, les eaux stagnantes en nourrissent d'innombrables quantités ; les mers en sont pour ainsi dire tapissées : elles forment dans leur profondeur des forêts qui, par la multiplicité des formes et la beauté des couleurs, ne le cèdent en rien aux forêts des terres émergées. Lorsque l'œil ne distingue plus rien dans ces eaux, si l'on s'arme

d'une loupe on découvre de nouveaux paysages ; bientôt la loupe ne suffit plus : on veut voir encore, on s'aide du microscope, et l'on s'aperçoit que c'est en vain que, par des grossissements de plus en plus puissants, on élargit son horizon, car on découvre toujours de nouvelles végétations, et l'on pressent que la nature réserve encore de ce côté un infini à sonder. De même, en sens inverse, les perfectionnements du télescope, tout en nous faisant pénétrer de plus en plus loin dans les profondeurs du ciel, nous le montrent partout parsemé de soleils et de mondes nouveaux. Toutes ces Cryptogames, petites et grandes, vivent, et c'est de leurs vies plus encore que des nôtres, peut-être, qu'est faite celle de la Terre. En les voyant à l'œuvre, on comprend quelle grande part leur revient dans les phénomènes qui se passent dans notre planète ; en soutirant, pour vivre, l'acide carbonique des eaux surchargées de bicarbonate, elles font du carbonate de chaux insoluble qui se dépose, et préparent ainsi des couches de pierre à bâtir, au milieu desquelles elles laissent leurs débris comme témoignage de la part qu'elles ont prise au travail. Certaines autres agissent sur l'acide silicique : elles l'emmagasinent, s'en servent pour se construire des enveloppes protectrices, et, se multipliant avec une rapidité vertigineuse, elles arrivent à former des rochers qui s'élèvent rapidement ; les générations qui se succèdent s'établissent sur les cadavres de celles qui ont vécu et qui restent là enveloppés de coquilles siliceuses leur servant de linceul. C'est ainsi que se forment un grand nombre de roches et de terres.

D'autres fois, ces petites Cryptogames aquatiques charriées par les fleuves viennent échouer leurs cadavres en si grande quantité qu'elles enlizent les embouchures de ces cours d'eau. « Aux bouches de l'Oder et de maint autre

fleuve, dans le port de Wismar, sur la barre de Pillau, la vase est formée en partie, ou même pour un tiers ou la moitié, d'espèces vivantes en multitudes incalculables [1]. C'est à un million de mètres cubes qu'il faut évaluer les masses de ces « animalcules » qui se déposent chaque siècle dans le port de Pillau » [2]. Et rappelons que ces Cryptogames sont de celles dont il faut 41 000 millions pour couvrir 1 pouce carré.

Cela ne se passe pas seulement là où coulent des eaux limpides, comme dans les fleuves et dans les océans, mais se rencontre entre les couches du sol où se trouve quelque humidité ; ainsi une partie de la ville de Berlin est bâtie sur un sol argileux dont l'épaisseur varie de 2 à 33 mètres et qui, pour les deux tiers, est composé de ces Algues microscopiques formant comme une colonie vivante, si bien vivante, que non seulement elles résistent à la pression énorme qu'elles ont à supporter mais que, s'accroissant continuellement avec une rapidité inouïe [3], elles soulèvent la couche du sol qui leur est superposée avec une force telle que des rues entières ont eu leurs maisons ébranlées et que quelques-unes, même, se sont écroulées.

II. Sur la terre. — A peine les roches viennent-elles émerger, que d'autres Cryptogames s'en emparent : ce sont en général des Lichens (fig. 5). Attachées aux roches, elles décomposent les plus dures. Ces plantes singulières, qu'on rencontre partout où il y a un terrain à préparer pour permettre l'établissement de végétaux d'ordre plus élevé,

1. Ehrenberg, 1839. Anton von Etzel, *Die Ostees*, p. 421.
2. Reclus (Élisée), *La Terre*, 2e édit., 2 vol., p. 581. Nous verrons, page 40, comment le nom d'*animalcules* a pu, avec quelque apparence de raison, être donné à ces plantes par des observateurs des plus sérieux.
3. D'après Ehrenberg, un seul des organismes dont il est question peut en produire 1 million en un jour et, en quatre jours, 140 billions, ce qui représente 2 pieds cubes à peu près du terrain sur lequel repose cette portion de la ville de Berlin.

Algues par partie et Champignons par l'autre, sont aptes à toute espèce de travail; aussi les trouve-t-on partout, végétant sur le quartz, les grès, les schistes ardoisiers, les basaltes, les porphyres des volcans éteints et, même, jusque sur les laves à peine refroidies de ceux qui sont encore en éruption. Toutefois il est bon de remarquer que les Cryptogames ont toutes des habitudes aquatiques; elles sont toutes plus ou



Fig. 5. — *Sticta pulmonaria* (Lichens).

moins hydrophiles; c'est à peine si les plus élevées en organisation se hasardent dans les lieux un peu secs; celles que nous avons signalées dans les déserts brûlants sont des Lichens qui n'y meurent pas, mais qui n'y vivent que lorsqu'ils rencontrent quelque humidité. On sent chez toutes comme un lien secret de parenté avec les Algues dont, sans doute, elles sont sorties. Les Charagnes et les Rhizocarpes sont aquatiques; les Hépatiques le sont presque : il leur faut un air saturé d'humidité, et les Sphaignes ne vivent que dans nos marécages, où elles entassent leurs générations pour former la tourbe. Les Mousses n'exigent pas tant d'eau,

mais la plupart veulent l'ombrage des bois; de même pour les Isoëtes, les Lycopodes et les Prêles toutes aiment un sol humide. Il n'y a que les Fougères qui deviennent terrestres, à condition toutefois, pour le plus grand nombre, que l'atmosphère soit fortement chargée de vapeur d'eau.

Toutes ces Cryptogames, qui par leur couleur verte se rapprochent des plantes que nous appelons phanérogames, partagent avec elles la fonction de prendre les atomes inorganiques, de les combiner de manière à en faire de la matière organisée, et de les transmuter de cet état en leur propre substance, c'est-à-dire à en faire une matière vivante. Grâce à ces plantes vertes, tout atome inorganique passe, à son tour, par une phase particulière pendant laquelle non seulement il vit, mais encore apporte sa part de vie à un être plus complexe, une plante, qui n'est en résumé qu'un ensemble d'atomes matériels réunis en colonies et coordonnant toutes les vies spéciales de façon à en dégager la vie générale. Les Cryptogames vertes ont donc à ce point de vue, dans l'harmonie du globe, une fonction en tout semblable à celle des autres plantes munies de chlorophylle.

Il y a des Cryptogames qui ont un rôle complètement inverse; ce ne sont plus des êtres qui fabriquent, ce sont des êtres qui consomment. La vie est faite de mouvements, c'est-à-dire de changements d'états, de changements de formes, de changements de nature. La plante verte, ou plante à chlorophylle, avec les atomes minéraux du sol, de l'air et de l'eau, fabrique de la matière organique et même un peu de matière organisée; si cela continuait longtemps, les matériaux finissant par être utilisés, la fabrication s'arrêterait par manque de matière première : car il ne faut pas oublier que nous sommes sur un globe où, pour ce qui est de la matière du moins, rien ne se perd, mais, aussi, où

rien ne se gagne. Un semblable arrêt de fabrication serait la cessation de la vie à la surface de la planète. Il n'en est point ainsi ; les forces exigent le mouvement; aussi, tandis que, d'un côté, il se fait une création de produits nouveaux à l'aide des matériaux inorganiques, il s'opère, d'autre part, une restitution au Règne minéral des matériaux qui lui avaient été empruntés et qui ont été utilisés. Cette restitution se fait par les êtres organisés qui ne sont point colorés par la chlorophylle. Les animaux ont une grande part de ce travail, toutefois la plus considérable revient à certaines Cryptogames, auxquelles, en fin de compte, incombe la fonction de tout ramener à l'état initial, pour que la fabrication puisse continuer sans entrave.

Ces Cryptogames qui détruisent ou consomment forment le grand groupe des Champignons et celui des Ferments. Les Champignons n'ayant point de chlorophylle, ne pouvant faire de substance organique pour vivre, sont obligés de vivre aux dépens de ceux qui font des hydrates de carbone ; partout où ils trouvent cet élément, ils s'en emparent. Si le corps qu'ils adoptent est un être vivant, animal ou plante, ils s'établissent en commensaux ou en parasites, le rendent malade, et souvent, si l'être animal ou végétal est mort, ils ne l'en dévorent pas moins et le transforment en leur propre substance, disséquant pour ainsi dire ces cadavres en ne laissant d'eux que les matières minérales et brûlant les autres par l'activité de leur respiration. Ils rendent ainsi aux milieux ambiants la substance organisée sous forme d'acide carbonique et d'eau, éléments de départ. Quant à eux, ils deviennent, à leur tour, la proie d'autres Cryptogames plus petites, des Ferments, qui finissent par tout balayer, nettoyer et déblayer, et se résolvent en particules, en atomes protoplasmiques, qui retournent au travail.

III. Dans l'air. — Des Ferments microscopiques, des atomes vivants, voyagent dans l'atmosphère, de même que

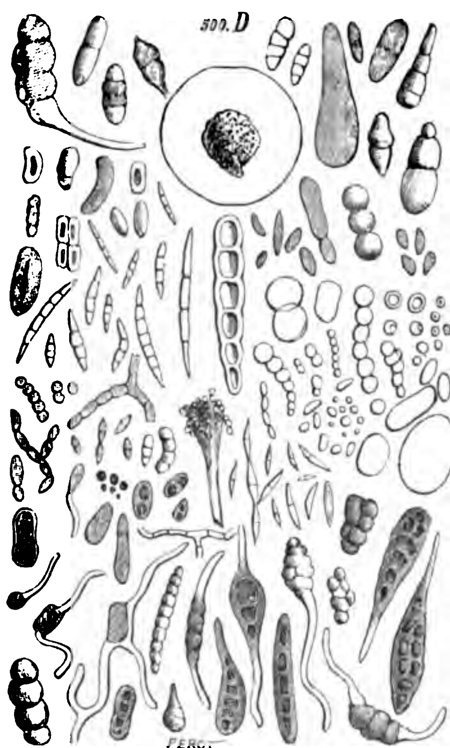


Fig. 6. — Fructifications cryptogamiques qui flottent dans l'air de Paris, d'après M. P. Miquel.

les semences des Champignons, des Mousses, des Lichens, des Fougères, des Algues (fig. 6). On le pensait autrefois; mais les travaux récents et les observations modernes ne permettent plus de le nier [1]. C'est même en s'appuyant sur

1. Boudier (E.). *Observations sur la quantité et la nature des corps étrangers contenus dans la neige*, comme moyen de reconnaître facilement le plus ou moins de pureté de l'air à différentes hauteurs. *Journ. de pharmacie et de chimie*, 1876.

Miquel (P.). *Étude sur les poussières organisées de l'atmosphère*, in *Ann.* de l'*Observatoire de Montsouris*, 1879. Les fig. 5 et 29 ont été empruntées à ce travail.

Miflet (de Kew). *Untersuchungen über die in der Luft suspendirten Bacterien Beïtr. zur Biolog. der Pflanzen,* von F. Cohn. Dritter Band. Erstes Heft. 1879, p. 119, planches VII et VIII.

ces faits que les panspermistes ont échafaudé toutes leurs théories. La résolution de cette question est intéressante au plus haut point, puisque ce serait, au dire de certains physiologistes et pathologistes, par cette voie que se propageraient les Cryptogames-ferments de ces fléaux de la terre qu'on nomme peste, charbon, typhus, choléra, fièvre typhoïde, etc.; ces maladies étant causées, suivant l'hypothèse admise aujourd'hui, par le développement et la multiplication de Cryptogames microscopiques qui viennent du dehors et s'installent dans les humeurs du corps de l'homme et des animaux.

Le domaine de la Cryptogamie est donc bien plus étendu que pourrait le faire supposer un examen superficiel, et il faut se garder de croire que l'on doit s'en tenir, pour l'étude des Cryptogames, à distinguer quelques Champignons à couleurs variées et à chapeau plus ou moins retroussé, un certain nombre de Mousses qui se ressemblent assez à première vue, une petite quantité de Fougères et les Algues les plus apparentes. Il y a plus à faire, comme on peut en juger par ce que nous venons de dire, l'importance de ce groupe est autrement grande; cependant l'on doit connaître plus encore, car l'étude des Cryptogames actuelles doit, pour être complète, être éclairée par celle des Cryptogames des temps passés.

IV. Dans le sol. — Si, au lieu de nous en tenir à la simple exploration de la surface du globe, nous fouillons un peu les profondeurs du sol, nous nous apercevons rapidement que les phénomènes naturels auxquels nous assistons ne sont que la continuation non interrompue de ceux qui se sont passés aux époques qui nous ont précédés. Le même travail se faisait, le même fonctionnement s'opérait, l'équilibre vital

s'établissait par l'action combinée d'éléments fabricateurs et d'éléments consommateurs ; mais, à en juger par les témoins qui restent de ces âges, tout le travail était fait par les Cryptogames, les Phanérogames n'étant apparus que plus tard à la surface du globe, pour les aider d'abord, les suppléer ensuite et, enfin, tenter de les remplacer dans leur fonction cosmique. Ces témoins, qu'on nomme des fossiles, nous permettent de faire l'histoire des premiers temps de la vie de notre planète ; nous pouvons parfois arriver à les restaurer assez complètement pour qu'il soit permis de rétablir les forêts de ces époques et même d'en retracer les paysages (fig. 1). Dans ces temps, les Cryptogames avaient des tailles et des allures que ne nous feraient guère soupçonner celles qui vivent de nos jours : car tandis que, par exemple, nos plus grandes Prêles mesurent à peine quelques pieds et, dans ces cas, sont obligées de s'appuyer sur les plantes voisines pour leur demander soutien, alors que nos plus grandes Fougères n'ont que quelques mètres, les forêts de ces époques montraient des Prêles de 10 à 15 mètres et des Fougères de plus de 20 mètres de hauteur, avec des tiges robustes, résistantes, comme le sont celles de nos Palmiers ou de nos Conifères. Ces forêts, submergées par suite de mouvements d'abaissement du sol, puis enfouies, sous des couches de limon et de graviers, nous donnent les mines de houille et d'anthracite, par suite de phénomènes que nous comprenons d'autant mieux qu'on les a vus se renouveler à notre époque, et que nous assistons à la formation continue des tourbes et des lignites. De même, pouvons-nous nous convaincre que les Algues microscopiques des époques anciennes travaillaient de la même façon que celles de l'époque actuelle, unissant leur action à celle des autres « travailleurs de la mer » (Elisée Reclus), « faiseurs de monde » (Michelet), pour fabriquer

les roches crayeuses, dolomitiques et siliceuses de l'écorce terrestre. De telle sorte qu'on peut dire avec Burmeister que « toutes ont été mangées et digérées par ces infiniment petits. » Parfois même, comme cela arrive pour certains tripolis et pour la farine fossile (fig. 7), ce sont les sque-



Fig. 7. — Farine fossile (Algues).

lettes eux-mêmes de certaines espèces qui forment presque toute la roche.

Il semble donc que l'étude de la Cryptogamie serait incomplète, si l'on passait sous silence ces ancêtres de nos modestes Cryptogames actuelles. Cela paraîtra surtout hors de doute si l'on vient à admettre que c'est d'elles qu'est sortie toute la végétation ultérieure, les plus élémentaires aménageant le terrain pour de plus compliquées. En effet, s'accommodant des dures conditions d'existence qui étaient faites dans les commencements de la formation de la Terre, elles ont pu vivre alors que, par suite de la haute température du globe à peine refroidi, toute autre végétation était impossible. Elles préparaient ainsi l'avènement de Crypto-

games d'organisation plus élevée, usant les roches et faisant, de leurs cadavres, de l'humus pour de nouvelles venues, épurant les eaux et modifiant l'atmosphère de manière à fournir, à celles qui leur succédaient, de tout autres conditions de vie. Celles-ci, à leur tour, opéraient de même et, peu à peu, les milieux changeant, la végétation, après une série de périodes dont les « jours » se calculent par millions d'années, est arrivée à être ce que nous la voyons aujourd'hui.

Le groupe des Cryptogames forme donc un vaste ensemble dans lequel on sent se produire un perfectionnement successif nous amenant, insensiblement, à des types plus élevés qui passent aux plantes supérieures. La plante n'est d'abord représentée que par un globule de matière organisée, à peine visible avec les plus forts grossissements du microscope, accomplissant, sans enveloppe protectrice, tous les actes de la vie végétative ; puis c'est une cellule unique ; à un degré plus élevé, elle est formée de plusieurs cellules réunies en un tissu plus ou moins varié ; nous arrivons insensiblement à des végétaux chez lesquels les tissus s'agencent de manière à former des organes, puis des appareils qui se partagent les fonctions, se divisent le travail, et l'on monte, ainsi, aux échelons supérieurs occupés par des plantes assez perfectionnées pour qu'on hésite à les maintenir parmi les Cryptogames. Il résulte de là que ce groupe forme un tout parfaitement homogène se subdivisant, toutefois, en un certain nombre de sous-groupes de valeur variable, bien distincts quand on considère le type qui sert de centre, mais se reliant entre eux, sur les limites, par des transitions que nous aurons à faire ressortir en temps utile.

Les sous-groupes sont :

1° pour les *plantes sans chlorophylle* : les Ferments et les Champignons ;

2° pour les *plantes à chlorophylle* : les Algues, les Charagnes, les Mousses, les Hépatiques, les Prêles, les Fougères, les Ophioglosses, les Isoëtes, les Lycopodes et les Rhizocarpes.

LIMITES DU GROUPE

Il faudrait bien se garder de croire que les caractères des êtres organisés sont tellement précis, tellement clairs, tellement absolus en un mot, qu'il soit possible de les ranger dans des casiers spéciaux sans qu'il puisse y avoir un instant d'hésitation. Bien des gens, bien des savants, même, croient que tout végétal, que tout animal porte sur lui une livrée assez définie pour que, de suite, on puisse l'étiqueter et savoir dans quelle classe, dans quel genre, dans quelle espèce il rentre; l'on est, pour eux, un sujet de grand étonnement quand on prétend qu'il n'en est point ainsi et que plus on étudie, plus on voit s'émietter les différences, disparaître les caractères. Pourtant cela est vrai : il n'existe de *criterium* ni pour l'espèce, ni pour le genre, ni pour la famille; bien plus, et nous allons le prouver dans un instant, il n'en est pas pour séparer les Règnes de la nature. Il y a loin de là à l'opinion qu'on se fait volontiers quand on ne juge que par les contrastes : quand on compare un cheval à l'herbe du pré qu'il tond ; mais, quand on nous aura suivi dans l'étude des infiniment rudimentaires, on verra qu'il est devenu impossible de décider si leurs représentants appartiennent à un Règne plutôt qu'à l'autre. Au reste, en est-il autrement pour les espèces d'ordre plus élevé? Quel est le classificateur consciencieux qui n'a pas

souvent hésité sur la place à assigner à telle ou telle plante? nè s'est-il pas senti comme tiraillé en sens divers par des espèces différentes réclamant, toutes avec le même acharnement et les mêmes bonnes raisons, l'échantillon à placer? Il n'en peut être autrement. Lorsqu'un rayon de lumière blanche traverse un prisme, elle se décompose, et l'œil aperçoit sept couleurs différentes partageant le spectre en sept bandes superposées. Les couleurs de chacune de ces bandes sont bien nettes, bien distinctes les unes des autres quand on examine la partie centrale de chacune d'elles; mais qu'on essaye de passer d'une bande à l'autre et de dire, par exemple, quelle est la limite absolue qui sépare le rouge de l'orangé, l'on verra que cela est impossible : on passe insensiblement du rouge à l'orangé et, de même, de l'orangé au jaune, du jaune au vert, du vert au bleu, du bleu à l'indigo, qui nous ramène au rouge; les teintes voisines se fondent entre elles. Il en est ainsi de tout. Dans la nature, tout s'enchaîne, tout se tient; c'est ce qui fait l'harmonie; pour établir une espèce, un genre, une famille, il faut nécessairement rompre des affinités naturelles : à cette cause tient la mobilité de nos classifications. Brewster, trouvant difficile de séparer les sept bandes du spectre, n'en admet que trois : le rouge, le jaune et le bleu; mais il est tout aussi difficile de séparer ces trois qu'il était difficile de limiter les sept. De même, pour les organismes vivants, on a beau étendre ou rétrécir les limites dans lesquelles on les enserre, la coupure est toujours une divulsion violente.

Chez les Cryptogames, on peut dire aussi que toute délimitation est une dislocation, *natura non facit saltus*. Cependant, l'enchaînement ne peut se faire toujours, et l'on reconnaît qu'il existe des abîmes entre certains groupes; vainement on cherche parmi les organismes vivants, on ne

peut trouver les chaînons, et l'on est un instant tenté alors de croire que ces séparations sont naturelles; mais on ne tarde pas à reconnaître que ces chaînons ont existé ; chaque jour la paléontologie retrouve l'un d'eux égaré parmi ces débris des âges qui nous ont précédés et que nous avons appelé des fossiles.

Donc, dans la nature, aucun caractère absolu, et par suite rien de séparé, rien de limité brusquement, partout des transitions. Si cela se rencontre à chaque pas en Phanérogamie, comme le prouvent les interversions que les classificateurs font sans cesse subir aux membres qui composent les espèces, les genres, les familles, etc., on doit s'attendre à ce que cela se retrouve, d'une manière bien plus accentuée encore, en Cryptogamie. Les Phanérogames, en effet, grâce à la complication de leur organisation, présentent des caractères d'ordres différents qui, pour n'être pas absolus, n'en sont pas moins appréciables et permettent en les réunissant de formuler une diagnose; les Cryptogames n'ont, en général, que des caractères négatifs, et leur simplicité de structure n'offre pas grande ressource au descripteur.

Aussi ce groupe a-t-il été bien diversement composé par les classificateurs : les uns le rétrécissent, les autres l'élargissent suivant la tendance de leur esprit ou la prédominance d'une idée préconçue qu'ils prennent au sérieux et au nom de laquelle ils décrètent des LOIS à la nature. De même, on voit les frontières des nations fluctuer, suivant les hasards de la guerre ou les habiletés de la diplomatie, et se placer tantôt en deçà tantôt au delà, les provinces limitrophes passant au plus fort ou au plus habile, ce qui prouve que les frontières politiques ne sont, pas plus que les autres, absolues et naturelles. Toute frontière n'est qu'une ligne fictive et de convention. En histoire naturelle, nous

sommes obligés d'en poser, afin de morceler le sujet et de l'envisager par portions successives, parce que nous ne sommes pas de taille à l'embrasser dans la grandeur et la majesté de son ensemble. Ces lignes frontières nous sont indispensables, mais il ne faut pas leur attacher plus d'importance qu'elles n'en ont. Le groupe qui nous occupe, cons-

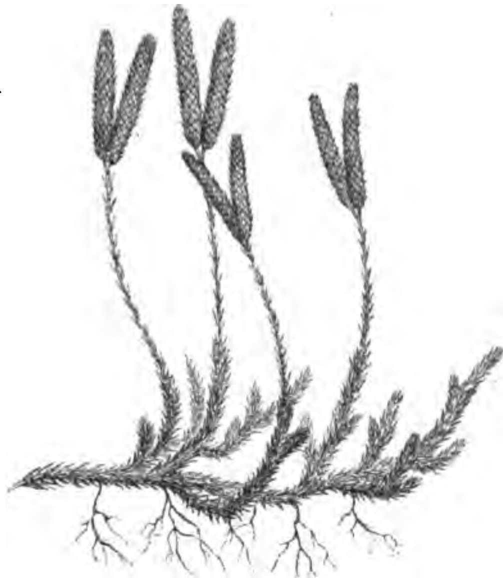


Fig. 8. — *Lycopodium clavatum* (Lycopodes).

titué comme nous l'avons dit (p. 25), n'a donc que des limites artificielles. Les premiers sous-groupes : Fougères, Prêles, Lycopodes, etc. (fig. 8), par leurs formes extérieures, et par leur structure, se rapprochent beaucoup des plantes Phanérogames, assez même pour que certains botanistes les y aient réunies; les Algues et les Champignons, au contraire, par leurs derniers représentants, par ceux qui ne se composent que d'un atome de substance vivante, se rapprochent des derniers animaux, qu'ils côtoient un cer-

tain temps, pour se fondre avec eux et aller ensemble à la rencontre de la matière azotée non vivante (?), dernier et suprême terme de la chimie organique.

Avant de pousser plus loin et d'étudier en détail les richesses de notre domaine, il nous faut voir quelles sont au juste nos rapports de voisinage; il nous faut démontrer l'état des barrières qui, d'après ce que nous venons de dire, sont établies : 1° entre les Cryptogames et les Phanérogames, 2° entre les Cryptogames et les animaux, 3° entre les Cryptogames et les corps non doués de ce qu'on est convenu d'appeler la VIE et qui sont dits corps non organisés.

I. LES LIMITES QUI SÉPARENT LES CRYPTOGAMES DES PHANÉROGAMES SONT ARTIFICIELLES. — Au premier abord, une telle affirmation peut surprendre; nul, en effet, n'admettra qu'une Pivoine puisse se confondre avec une Algue ou avec un Champignon; mais si, au lieu de choisir ainsi deux types éloignés autant que possible par tous leurs caractères, on examine, au contraire, des types limitrophes les Cycadées, par exemple, qui sont rangées parmi les Phanérogames, et les Fougères, qui prennent place dans nos Cryptogames, les différences deviennent moindres et l'on conçoit que l'on ne trouve plus autant de raisons de séparation. Les Cryptogames présentent une série de caractères négatifs divers qu'on a mis successivement en saillie pour en faire des caractères dominateurs; nous avons à les passer en revue; s'ils sont tels qu'ils permettent de faire immédiatement leur séparation, de manière que chaque groupe soit bien isolé du voisin, nous aurons autant de caractéristiques qui marqueront la limite que l'on prétend exister; si, par contre, ils ne sont tels qu'une plante de l'un puisse passer à l'autre, la barrière ne sera que factice et notre proposi-

tion prouvée. Une première réflexion nous viendra, dès maintenant, en face de la multiplicité des caractères proposés successivement : c'est que, si l'un d'eux eût été irréprochable, on n'en eût pas cherché de meilleur. Etudions donc successivement ces caractères et comparons-les dans les deux groupes.

Que nous examinions un *Wellingtonia,* géant du monde dit phanérogamique, ou un *Exacum filiforme*, qui en est regardé comme le pygmée, ou encore un Aconit (fig. 9), nous trouvons que la plante peut se réduire à deux systèmes d'organes : 1° le système des organes de végétation, 2° le système des organes de reproduction sexuée.

Les organes végétatifs sont les racines, les tiges et les feuilles, chargés de la fabrication, préparation, emmagasinement et utilisation des substances alimentaires. Ils ont pour fonction d'assurer la vie de l'individu et la continuation de l'espèce par *multiplication des organes constitutifs*. Ils sont les organes essentiels, indispensables, urgents; une plante qui les possède peut vivre dans le présent et dans l'avenir; ses bourgeons sont autant de colonies qui perpétueront sa race. Au reste, pour chacun de ces organes, la forme, la taille, la couleur importent peu : les racines peuvent être pivotantes comme dans l'Aconit, rameuses comme dans le Cerisier, ou fasciculées comme dans les céréales; les tiges peuvent être élancées comme dans les peupliers ou surbaissées en toupie dans le *Welwitschia ;* les feuilles peuvent être longues, ovales, ensiformes, roncinées, panduriformes, etc., etc., rouges, violettes ou vertes; tout cela importe peu, pourvu que chacune remplisse les fonctions qui lui sont dévolues. Bien plus la nature, peu exigeante, leur permet de se suppléer et, même, de se faire remplacer par des organes accessoires; c'est ainsi que dans les *Melo-*

cactus, les *Cereus*, la tige cumule ses fonctions avec celles des feuilles, celles-ci s'étant transformées en épines, organes de défense qui d'une autre façon, dans la lutte pour l'existence, assurent la conservation de l'espèce; c'est ainsi que chez les *Lathyrus* la feuille se décharge de ses fonctions de respiration au profit des stipules, en se transformant en vrilles; parce qu'il est urgent que les tiges s'accrochent pour aller chercher l'air et la lumière, sans quoi elles périraient et avec elles l'espoir de générations futures étouffées par les plantes du voisinage plus robustes et plus touffues.



Fig. 9. — Aconit Napel.

Les organes de la reproduction sexuée se résument tous dans la fleur et dans ce qui en dérive. Une fleur n'est en résumé qu'une adaptation de certains organes végétatifs qui ont

pris des formes et des couleurs variées en vue d'une multiplication spéciale, plus compliquée que la reproduction par bourgeonnement. Le bouton de la fleur n'est au reste qu'un bourgeon modifié : les feuilles prennent les noms de *sépales*, *pétales*, *étamines* et *pistils*, et la portion de la tige qui les supporte se nomme *torus* ou *thalame*. — Le polymorphysme est ici tout aussi grand qu'il l'était pour les organes de la végétation : la forme, la taille, la couleur des lames du calice et de la corolle, androcée et gynécée, changent à l'infini : le torus s'allonge, se surbaisse, se creuse ou s'étale, changeant par ce seul fait les rapports des pièces qu'il supporte. Toutes les variations spécifiques et génériques se réduisent à cela ; ce qui ne change pas et ce qui ne doit pas changer, c'est la fonction, ou dès lors il y a maladie. Or la fonction consiste à donner *par le rapprochement des sexes*, *des graines ou semences* qui, comme les bourgeons, reproduiront la plante, mais avec cette différence : que, dans la multiplication par bourgeons, la plante se reproduit toujours telle qu'elle est, tandis que, dans la reproduction par génération, la plante donne des rejetons qui participent du mâle et de la femelle qui lui ont donné naissance. Le mariage peut se faire dans la même fleur, puisque étamines et pistils s'y trouvent réunis ; on comprend qu'alors la graine reproduise exactement la plante, tout comme le bourgeon. La complication de la fleur ne semble pas s'être produite pour arriver à cette simple union ; il paraîtrait même que, chez les plantes, ces unions consanguines ne seraient pas plus heureuses que chez les animaux et, qu'en fait de reproduction sexuelle, le mélange des protoplasmas serait le moyen d'assurer la vigueur des races. Mais, on le comprend, ce mélange de protoplasmas amène, peu à peu, la modification des espèces. Le rôle de la multiplication par bour-

geon étant de conserver le caractère des espèces, le rôle de la multiplication par sexes sera de la modifier. Si la multiplication par bourgeonnement eût seule existé, la végétation eût disparu du globe, les espèces premières n'ayant pu se plier aux changements successifs de l'état cosmique de la Terre, tandis que l'on conçoit comment, par génération, il ait pu se faire successivement des êtres, des espèces (?) s'accommodant à l'état de vie qu'ils étaient appelés à subir.

Quoi qu'il en soit, la fonction des organes reproducteurs se réduit à la production des graines. La graine est très complexe : sous des enveloppes protectrices plus ou moins résistantes se trouve le rudiment de la plante nouvelle l'*embryon*, montrant déjà le point de départ de la racine, de la tige, et un ou deux corps particuliers, les *cotylédons*, gorgés d'une provision de matière nutritive qui servira à élever la jeune plante jusqu'à ce qu'elle puisse fabriquer elle-même ses aliments. Ajoutons que si l'on suit les plantules dans leur développement on verra qu'elles grandissent toujours par leur extrémité supérieure, qu'elles sont par conséquent acropètes ou acrogènes, et que, d'abord exclusivement formées de tissu cellulaire, elles prennent, par la suite, une structure plus compliquée par transformation de certaines portions de ce tissu primitif en fibres et en vaisseaux.

Que par opposition nous prenions maintenant un Champignon (fig. 2 et 27), une Algue (fig. 4 et 28), un Lichen (fig. 5), et nous nous trouvons en face de végétaux si différents de ceux que nous venons d'examiner que nous sommes tentés d'affirmer qu'il est bien facile d'établir la caractéristique demandée. Les organes végétatifs ne présentent rien de commun avec ces racines, ces tiges, ces feuilles dont nous parlions il y a un instant; tout cela se confond dans un seul

organe qui est toutes ces choses à la fois et qui, cependant, n'est rien d'analogue ; cet organe végétatif est nommé *thalle ;* nos plantes ne pourraient-elles pas dès lors être désignées sous le nom de *Thallogènes*[1] ou sous celui de *Thallophytes*[2] ?

D'autre part, toutes les Cryptogames qui, nous le savons, sont dépourvues d'enveloppes florales proprement dites, d'étamines et de pistils ou d'organes sexuels[3] construits sur

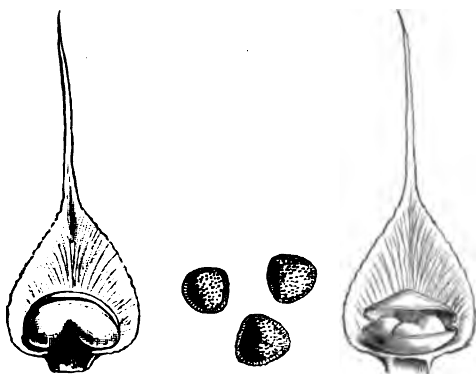


Fig. 10. — Fructification du *Lycopodium clavatum*.

le type reconnu, donnent comme résultat de la fécondation non plus une graine, mais une spore (fig. 10) ; alors on est porté à les nommer *Sporidées*[4], *Sporophytes*[5] ou *Sporophorées*[6]. De plus, cette spore, qui est une semence et qui, par cela même, est assimilable, comme fonction, à la graine, est d'une simplicité d'organisation très grande, et, si la membrane recouvrante est une enveloppe protectrice, le contenu ne ressemble point à ce que nous nom-

1. Thallogènes (θαλλός, fronde; γενὴς né) : Endlicher.
2. Thallophytes (θαλλός; φυτόν, plante) : Lindley.
3. Asexuées (*a* privatif; *sexus*, sexe) : Lindley.
4. Sporidées (σπορὰ, spore) : Fries.
5. Sporophytes (σπορὰ, φυτόν) : Wilkomm.
6. Sporophorées (σπορὰ, *ferre*, porter) : Horoninow.

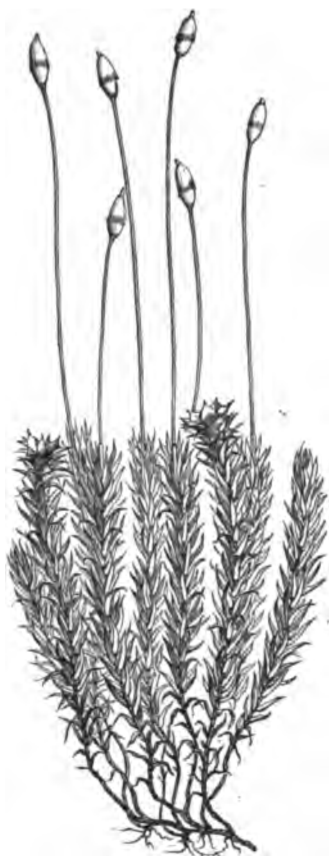
mions tout à l'heure un embryon, et rien ne rappelle les réservoirs de nourriture que nous avons appelés cotylédons. Ces plantes pourraient donc être désignées par les noms de *Inembryonnées* [1] ou d'*Acotylédonées* [2]. Cette simplicité de structure se retrouve au reste, pendant toute la vie, et, le plus souvent, l'on ne rencontre que du tissu cellulaire ou tissu alvéolé; les noms de *Homorganées* [3], de *Cellulaires* [4] ou de *Favées* [5] représenteraient donc bien leurs caractères. Enfin, en examinant le développement des Algues ou des Champignons, on remarque qu'ils ne s'accroissent plus seulement par l'extrémité, mais bien par toute la circonférence : ils sont *amphigènes* [6].

Ceux, donc, qui ne voudraient pas conserver le nom de Cryptogames à l'ensemble des plantes qui forment le groupe dont nous avons à nous occuper, ont à choisir, pour le remplacer, parmi tous ceux que nous venons d'énumérer et d'autres encore, car, quelque nombreux qu'ils soient, nous n'avons passé en revue que les principaux. Malheureusement cette richesse de synonymie ne prouve qu'une extrême pauvreté, et il est facile de démontrer qu'aucun d'eux ne mérite d'être substitué à celui que nous avons adopté. Aucun des noms proposés plus haut n'est correct et ne peut servir de définition, car toute définition pour être bonne doit contenir tout le défini et ne rien contenir que le défini.

1° *Thallogènes ou Thallophytes.* — Si un grand nombre de Cryptogames ont tous leurs organes végétatifs réduits

1. Inembryonnées (*in* privatif et *embryo*) : L.-C. Richard.
2. Acotylédonées (*a* privatif, cotylédon) : A.-L. Jussieu.
3. Homorganées (ὁμός, même; ὄργανον, organe) : Schultz.
4. Cellulaires : de Candolle.
5. Favées (*favus*, *faveolus*, alvéole) : Trautwetter.
6. Amphigènes (ἀμφὶ, autour; γενής, né) : Ad. Brongniart.

à cette lame que nous avons appelée thalle, il en est qui sont plus compliqués; et, sans parler des Lycopodes, des Fougères, des Mousses (fig. 11), qui présentent des organes de formes différentes et de fonctions déterminées rappelant celles des racines, des tiges, et des feuilles, nous verrons des Algues, Thallophytes par excellence, présenter cependant elles-mêmes, des frondes où ces organes divers sont assez nettement distincts pour que bien des auteurs aient voulu les désigner par des noms rappelant les organes analogues des Phanérogames, et quelquefois par les mêmes noms. Au reste, n'avons-nous pas vu chez ces Phanérogames des tiges, comme celles des *Cactus*, *Melocactus*, *Cereus*, *Opuntia*, cumuler presque toutes les fonctions du système végétatif? Les noms de Thallogènes et de Thallophytes sont donc incorrects.


Fig. 11. — *Polytrichum commune*, Polytric (Mousses).

2° *Ananthées*, *Cryptanthes*, *Æthéogames*. — Ces noms ne sont pas meilleurs; comme ceux d'*Agames* ou d'*Asexuées*, ils impliquent une notion fausse. Quant à celui d'*Inembryonnées*, s'il peut s'appliquer à certaines Cryptogames, il doit être rejeté pour beaucoup d'autres : (Rhizocarpes, Lycopodes, Prêles); bien plus, le mot d'*Acotylédonées* est lui-même erroné; non seulement nous

verrons les Sélaginelles posséder des embryons, mais nous reconnaîtrons que ces embryons eux-mêmes sont munis de cotylédons, qui s'étalent au moment de la germination.

3° *Homorganées*, *Cellulaires*, *Favées*. — Les mêmes reproches s'appliquent à ces trois noms. D'une manière générale, on ne peut dire que le tissu cellulaire soit le tissu unique des Cryptogames ; cela est absolument faux pour les Rhizocarpes, les Fougères, les Lycopodes, les Prêles, etc., et cela n'est même pas tout à fait vrai des Cryptogames regardés comme les plus rudimentaires : on a trouvé des espèces de trachées dans les Champignons et jusque dans les Myxomycètes.

4° Les noms de *Sporidées*, *Sporophorées* ou *Sporophytes* nous sembleraient plus acceptables, si le mot spore était, lui-même, suffisamment défini, s'il désignait toujours le même organe et s'il ne désignait jamais que celui-là, mais il est loin d'en être ainsi comme nous le verrons par la suite.

5° Il ne reste que la désignation d'*Amphigènes*. En l'adoptant, nous serions obligés de limiter le groupe qui nous occupe aux Algues et aux Champignons.

De ce qui précède, il résulte : 1° qu'aucun des caractères qui ont été proposés pour remplacer celui tiré du peu d'éclat des fleurs n'a les qualités nécessaires pour le supplanter, c'est ce qui nous amène à préférer le nom de *Cryptogame* à tous les autres. Nous ne lui reprocherons pas le vague qui l'entoure ; au contraire, il a sa parfaite raison d'être dans ce cas où il faut désigner un groupe de plantes dont tous les caractères sont à peu près d'ordre négatif. Cryptogame dit ni trop ni trop peu, et il peut aussi bien s'appliquer à celles qui sont les plus élevées en organisation qu'à celles qui ne sont formées que d'un globule de matière vivante : aux Lycopodes aussi bien qu'aux Bactéries.

De ce qui précède, il résulte, encore : 2° qu'aucun des caractères invoqués ne peut servir pour séparer les Cryptogames des Phanérogames : aucun ne remplit la condition nécessaire de pouvoir caractériser toutes les plantes d'un des groupes et de ne s'appliquer qu'à celles-là. Ne pourrait-on pas espérer qu'en les combinant on aurait un meilleur résultat ? C'est dans ce but qu'on a inventé



Fig. 12. — *Azolla caroliniana* (Rhizocarpes).

l'expression de Cryptogames-cellulaires opposé à celle de Cryptogames-vasculaires, et celle d'Acrogènes-cellulaires opposé à celle d'Acrogènes-vasculaires, etc., qui indiquent la difficulté qu'on a toujours ressentie à établir les limites supérieures, les uns les faisant passer en deçà, les autres au delà. Certains auteurs, embarrassés par les groupes supérieurs, les ont rejetés dans les Monocotylédones, montrant par là l'affinité de ces deux groupes l'un avec l'autre. C'est ainsi que, dans quelques ouvrages, nous voyons les Charagnes, les Prêles, les Fougères, les Rhizocarpes (fig. 12), classées sous le nom de Monocotylédones ou Endogènes-Cryp-

togames. Pour d'autres, par contre, ces mêmes groupes attireraient à eux des Dicotylédones, ainsi les Casuarinées, les Gnétacées, les Cycadées, les Raflésiacées, etc., etc. Nous n'avons point à nous porter juge des raisons qui ont provoqué ces rapprochements ou amené ces séparations; nous nous contentons de rapporter les faits. Toutefois ces oscillations portent leur enseignement; tout rapprochement opéré par un savant mérite d'être pesé, car, s'il a été fait, c'est qu'un caractère, jusque-là resté dans l'ombre, aura frappé l'esprit de l'auteur. C'est pour avoir dédaigneusement accepté certaines vues, ou même les avoir repoussées sans pitié, qu'on se voit à chaque instant amené à faire de trop tardives réparations à des savants qui ont vu, de leur vivant, leurs opinions traitées par leurs contemporains avec la plus malveillante sévérité (p. 139). Malheureusement, les archives de la Science sont remplies de ces erreurs, qu'on ne saurait trop flétrir.

Les familles qui ont le plus souvent été mêlées à nos Cryptogames et qui ont, par cela même, le plus d'affinités avec elles sont les suivantes :

Rhizanthées, Balanophorées, Cytinées, Raflésiacées.
Podostémacées, Lemnacées.
Casuarinées, Gnétacées, Cycadées, Conifères.

Beaucoup des caractères invoqués pour opérer quelques-uns de ces rapprochements sont des caractères de végétation et n'ont, par conséquent, qu'une importance restreinte aux yeux de ceux qui classent, artificiellement aussi, les plantes d'après les caractères de la fructification. Pourtant ils ont leur valeur quand il s'agit de plantes comme celles dont nous nous occupons qui, vu la simplicité de leur structure, n'ont qu'un petit nombre de caractères à mettre en évi-

dence. D'un autre côté, nous ne pouvons nous empêcher de rappeler ce que nous disions plus haut (p. 33) : que c'est par les organes de végétation que la plante se transmet avec ses caractères primitifs, ou primordiaux. La fructification est le moyen d'adaptation de l'espèce, mais la végétation est son moyen de perpétuation ; pour nous, il nous semble par conséquent qu'il y a lieu, à ce point de vue, de tenir un grand compte des formes des organes végétatifs. Nous ne pourrons, du reste, juger ces rapprochements que lorsqu'une étude attentive des Cryptogames nous permettra de bien saisir les passages qui peuvent les relier à leurs affines.

II. Les limites qui séparent les cryptogames du règne animal sont arbitraires. — « Comment ! il n'y aurait pas de différence entre un végétal et un animal ? Il semble oiseux de s'arrêter à démontrer qu'on ne peut confondre la limace avec le Champignon qu'elle dévore ; les Lapons eux-mêmes n'admettraient pas que le moindre rapport puisse exister entre les rennes dont ils font leurs attelages et le *Cladonia rangiferina* dont ils se servent pour les nourrir ! Linné a parfaitement traduit le sentiment que chacun éprouve en donnant sa caractéristique : *Vegetalia crescunt et vivunt ; animalia crescunt, vivunt, sentiunt et movent*. La sensibilité et le mouvement, voilà les signes diagnostiques qui séparent l'animal de la plante, et nous pourrions ajouter, avec certains auteurs, que l'un est fait pour dévorer l'autre, puisque la limace se nourrit du Champignon et que les rennes mangent le Lichen. Au reste, est-il possible de comparer sérieusement la plante à un animal ? L'animal a une tête, un thorax, des membres, une bouche, un œsophage, des orga-

nes de digestion, un cœur qui chasse le sang dans des artères, d'où il revient par des veines au poumon, pour être vivifié par l'air et redevenir de nouveau apte à la nutrition; l'animal a des nerfs; il se meut, et il se meut, non pas automatiquement ou par instinct, mais certainement par volonté, après raisonnement, car il possède un cerveau qui coordonne ses pensées. Chez la plante rien de cela : attachée au sol par des racines, elle élève dans l'air ses tiges et ses rameaux chargés de feuilles remarquables par leur couleur verte, due à de la chlorophylle qu'on ne rencontre point dans le Règne animal. Et, si l'on interroge la chimie elle trouve que l'animal est formé de matière quaternaire, tandis que la plante est composée de matière ternaire. Encore faisons-nous la part belle, car nous avons pris une plante supérieure, c'est-à-dire celle qui, étant la plus complexe, la plus perfectionnée, doit se rapprocher le plus de l'animal; que serait-ce si la comparaison portait sur les Cryptogames? Est-il possible de supposer un instant l'ombre d'une analogie? » Ainsi raisonne l'école des contrastes.

Les physiologistes de l'école des ressemblances raisonnent à l'inverse, et, sans toutefois confondre la limace avec le Champignon, ni la *Cladonia* avec le renne, ils soutiennent que les différences de forme masquent de grandes analogies biologiques. « Les extrémités des racines (*spongioles* des anciens) sont l'estomac; cet estomac est doué d'un instinct parfait qui lui fait ne prendre que ce qui lui est profitable et laisser de côté ce qui lui est inutile et surtout ce qui lui serait nuisible. Il s'opère une vraie digestion dont le produit est emporté par des vaisseaux qui sont des veines, dans des feuilles qui sont des poumons. Là, au contact de l'air, le liquide alimentaire devient nutritif : c'est du *sang végétal*, « *de la plante coulante* », autrement dit de

la sève, qui, se précipitant à travers les artères, se rend partout où il y a besoin de réparation ou d'accroissement, puis redescend vers la racine, où il se débarrasse par excrétion des produits qui sont devenus impropres à la vie. Une force appelée *vis à tergo* remplace les contractions du cœur et ne lui cède en rien comme énergie. Le résultat de tout cet ensemble de fonctions amène, comme chez les animaux, l'accroissement et la production de la chaleur. Qui donc prétendra que le végétal n'a aucune analogie avec l'animal ? » Voilà comment raisonnent les physiologistes qui ne voient que les ressemblances.

Ce dernier tableau, plus vrai que le premier dans son ensemble, est erroné dans plusieurs détails : ainsi la nutrition se fait par les feuilles autant, sinon plus, que par les racines; la circulation n'est pas aussi correctement calquée sur la circulation animale qu'on le dit; la respiration, qu'on avait fait l'inverse de la respiration animale, est la même : le Champignon fait concurrence à la limace dans l'absorption de l'oxygène. L'opinion contraire avait été émise, sans preuves, afin de pouvoir démontrer par le « *tourbillon vital* » l'harmonie des œuvres du Créateur; l'expérience a prouvé la fausseté de l'assertion, et l'harmonie n'en reste pas moins la même. — Toutefois il y a chez la plante : une digestion, une respiration, une circulation; les résultats de ces fonctions sont analogues non pas peut-être à ceux que l'on voit chez les animaux supérieurs, mais, certes, à ceux qu'on rencontre chez les animaux inférieurs, et sont produits parfois même d'une manière plus parfaite.

L'analogie ne s'arrête pas là; la plante se meut et est irritable : *vegetalia sentiunt et movent!* L'*Hedysarum gyrans* bat continuellement l'air de ses folioles; celles de l'*Oxalis*, du *Marsilea* (fig. 13), des Légumineuses, en

général, se couchent la nuit et s'étalent le matin; certaines fleurs s'ouvrent au soleil; les capitules du Tournesol et les épis du *Tritoma* le suivent dans sa marche et s'inclinent vers lui; les étamines du *Cajophora* (fig. 3) vont l'une après l'autre rendre visite à la femelle et verser sur son stigmate le contenu de leurs anthères, puis, l'acte accompli, retournent reprendre leur place dans la concavité des pétales qui leur servent de couchettes, etc. [1]. Dans tous ces cas, dira-t-on, le mouvement n'est, peut-être, qu'automatique, s'il n'est instinctif; il se fait naturellement, et l'on ne peut affirmer qu'il y ait eu réellement sensation des agents extérieurs qui sont regardés comme les provoquant; mais il y a d'autres cas où l'affirmation est possible, parce que le mouvement se produit à la suite de l'impression reçue. La Sensitive baisse pudiquement ses feuilles lorsqu'on la touche; les étamines des *Berberis* se redressent vivement et s'appliquent sur la femelle, comme pour la protéger, dès qu'un insecte, s'abattant sur la fleur, vient à la froisser; dans le *Stylidium*, c'est l'organe femelle qui, dès qu'elle est tou-

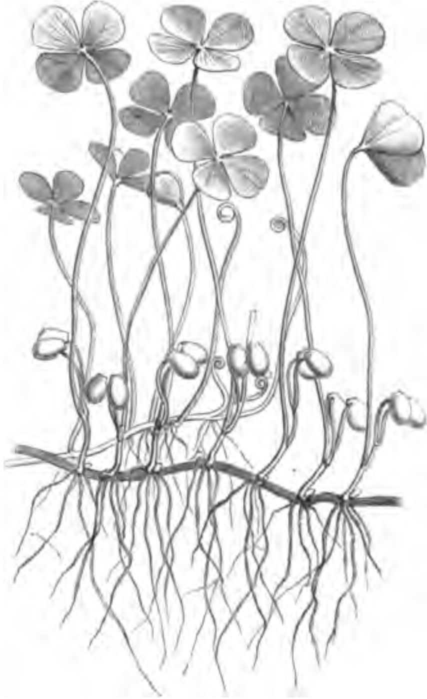


Fig. 13. — *Marsilea quadrifolia* (Rhizocarpes).

1. Voir à ce sujet : Crié (L.), *Faits pour servir à l'histoire du mouvement chez les végétaux*, in *Bull. Soc. Linn. de Normandie*, 3e série, I, p. 89.

chée, redresse son style, bat brusquement le faisceau staminal, secouant sur son stigmate la poussière des anthères. Dans le *Dipsacus*, les cellules de l'entonnoir formé par les feuilles opposées s'allongent comme des langues pour boire les liquides recueillis dans ces coupes naturelles. Qui dira encore que la plante ne sent pas? Faut-il ajouter que les mouvements cessent par l'inhalation du chloroforme?

L'animal mange la plante; la limace mange le Champignon!.... tel est le seul caractère distinctif qui nous resterait, s'il n'était admis maintenant que, parfois, les plantes mangent les animaux : que les *Drosera* saisissent les insectes, que la Dionée attrape les mouches pour s'en repaître, etc. Nous devons dire, cependant, que les physiologistes sont, pour l'instant, loin d'être d'accord sur les phénomènes décrits chez les plantes carnivores.

Il n'est donc point possible de séparer la plante de l'animal. Certains auteurs vont plus loin encore : ils admettent chez la plante des nerfs et, même, une *âme* consciente. Les faits que nous rencontrerons chez les Cryptogames sont de nature à y faire croire.

Cfr. Aristote, Nicolas de Damas, Dédu.
Leclerc (de Tours), de Martius et Fechner, Schleiden, Claus, de Hartmann, Haeckel, Magnin (G.).

Placés sur le terrain où nous nous trouvons, les partisans des deux écoles opposées dont nous venons d'essayer de retracer les opinions contradictoires ne peuvent guère espérer arriver à une entente, car, s'il est impossible d'admettre qu'on puisse confondre un « chameau avec un Palmier »[1], il est impossible, d'un autre côté, de ne pas admettre

1. « A la vue d'un chameau et d'un palmier, d'un brochet et d'une renoncule, d'un oiseau et d'un champignon, chacun sans doute distinguera à l'ins-

qu'il existe une unité de plan qui relie l'animal au végétal par des analogies indiscutables. On dirait même que la nature a pris un malin plaisir à les accentuer; elle a fait des types qui semblent n'exister que pour dérouter ceux qui voudraient établir des limites absolues et infranchissables; elle paraît se jouer d'eux et se plaire à tendre des piéges à leur science. Le Règne végétal est bien certainement le Règne des fleurs, et cependant les Cryptogames, qui sont des végétaux, n'ont point de ces appareils brillants; tandis que par contre, le Règne animal fleurit parfois : l'Anémone de mer, l'Actinolobe-Œillet, la Lucenaire-Campanule, l'Ombellulaire du Groënland, l'Alcyonide qui ressemble à un *Mesembryanthemum*, la Caryophyllide qui rappelle le *Caryophyllus aromaticus*, etc., etc. En voici d'autres qui par leur port simulent des Algues (*Campanularia dichotoma*, *Plumularia falcata*, *Sertularia argentea*), des Mousses : *Flustra cormata*, etc. Enfin, il en est qui se ramifient comme des végétaux, on dirait des arbres chargés de fleurs au printemps : *Antipathes arborea*, *Sertularia ramea*, ou bien des espèces sympodes rappelant quelques types des Orchidées : Zoanthe des Moluques (fig. 14). On pourra donc écrire des volumes sur la question des différences entre les animaux et les végétaux, prouver le pour et le contre, invoquer des facultés nouvelles, discuter sur les mots irritabilité, motilité, sensation, sensibilité; on n'en fera pas moins que la caractéristique : *Animalia sentiunt et movent*, ne soit fausse; la plante sent, comme l'ani-

tant l'animal du végétal, et beaucoup de gens ne croiront même pas qu'il soit possible qu'on manque des caractères absolus pour séparer de telles créatures d'une manière évidemment tranchée; cependant en descendant aux limites des deux règnes le scrutateur de la nature éprouvera bientôt de grandes difficultés pour établir la séparation..... etc., etc. » Bory de Saint-Vincent. *Règne Psychodiaire*, 1825.

mal, se contracte parce qu'elle sent, et se meut parce qu'elle se contracte. Toutefois la question restera à jamais insoluble si l'on s'obstine à comparer entre eux les animaux et les végétaux supérieurs, parce que, dans les uns comme dans les autres, les facultés multiples sont masquées par l'état de complication des organes. Il faut simplifier pour rester, en fin de compte, en face de ce qui sera l'animal ou

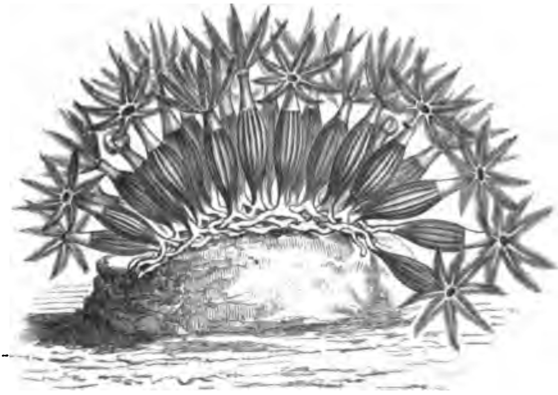


Fig. 14. — Zoanthe des Moluques (Zoophytes).

le végétal dans leur état le moins compliqué et partant le plus net.

Il est facile de ranger les représentants de chacun des deux Règnes de telle façon qu'ils forment deux séries descendantes, c'est-à-dire deux séries dans lesquelles les plus compliqués occuperont la partie supérieure, tandis que ceux qui le sont moins seront à la partie inférieure.

1° *Série animale.* — Les vertébrés prennent la place la plus élevée; tandis que les amibes occupent le bas de l'échelle. On compare en effet, en général, la série à une échelle; il y a tout lieu de croire que c'est à tort. Nous nous figurons plutôt une pyramide dont la base serait occupée non par un seul type, mais par plusieurs, formant le point

de départ des différents embranchements, qui se compliquent au fur et à mesure qu'ils s'élèvent. Mais nous ne faisons pas de zoologie, il nous suffit d'indiquer simplement qu'il existe une dégradation de haut en bas. En suivant cette marche décroissante, nous constaterons, et tout le monde est d'accord sur ce point, que peu à peu toutes les facultés s'atténuent, se modifient, décroissent en nombre et en valeur et finissent par se perdre les unes dans les autres, pendant qu'en même temps se simplifient les appareils et les organes, puis la structure. La raison disparaît d'abord, puis l'instinct s'appauvrit, les sens s'émoussent, la sensibilité devient obtuse, ce qui correspond à la simplification du cerveau et du système nerveux. La même chose se passe pour l'appareil digestif; le canal se raccourcit; ses annexes diminuent de nombre, puis disparaissent : au lieu d'être un tube, ce n'est bientôt qu'un sac, les organes respiratoires suivent la même dégradation et il en est de même des organes de reproduction. A un moment, c'est le sac digestif qui constitue tout l'animal; il digère par sa face interne, respire par sa face externe; son tissu sent et se contracte, souvent sans qu'on puisse y voir ni nerfs, ni ganglions; la reproduction emprunte, à certaines époques, l'intérieur du sac pour y mûrir l'œuf, en sorte que la même partie sert à l'introduction des aliments, à l'expulsion des produits de la digestion, à la fécondation et à la ponte. Voilà bien des emplois; mais ce n'est pas tout encore : le sac peut être retourné comme un doigt de gant et ce qui était à l'extérieur et, tout à l'heure, servait au toucher, maintenant digère et produit les œufs tandis que, par contre, ce qui digérait se met tout naturellement à respirer et à sentir. Le mécanisme vital est donc déjà bien simplifié; mais il est des cas où l'animal est plus

simple encore. Ce n'est même plus un sac mais une masse de matière glutineuse ou gélatineuse protéiforme, c'est-à-dire changeant sans cesse de forme, poussant des bras, puis les rentrant, pour en pousser d'autres à côté, qui se rétractent à leur tour; la masse, demi-solide, rampe, se meut, cherche à se nourrir; quand elle trouve sa proie, sa substance se creuse d'un trou qui se referme, emprisonnant l'aliment; celui-ci digéré, elle lui ouvre un passage, et il ressort, de telle sorte que le globule semble sans cesse pétri et repétri par force de la contraction. Tel est l'amibe

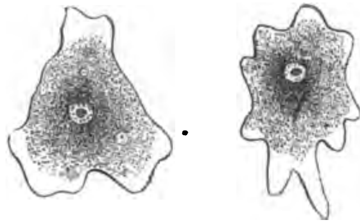


Fig. 15. — *Amoeba vulgaris* (Amibe).

(fig. 15). Le globule digère et n'a pas d'appareil digestif; il sent et il n'a pas de nerfs; il se meut et il n'a pas de muscle; il se reproduit et n'a pas de sexes; il respire et n'a pas d'organes de respiration; il a des préférences, des volontés, et il n'a pas de cerveau. Cette matière singulière, muqueuse gélatineuse, remplissant à elle seule toutes les fonctions, est ce que Dujardin appelait *sarcode :* c'est l'animalité réduite à son expression la plus simple. La chimie, en l'analysant, trouve que sa formule est $C^mH^nO^xAz^y + P$ ou S.

2° *Série végétale.* — Cette série se présente dans son ensemble comme la précédente. A la partie supérieure de la pyramide se trouvent les Dicotylédones, qui sont au Règne végétal ce que les Vertébrés sont pour le Règne animal;

seulement les botanistes, moins favorisés que les zoologistes, n'ont point encore trouvé la plante par excellence, celle qui occuperait le sommet, le point culminant de l'édifice. A cet égard, les interprétations varient; mais il nous importe peu, pour l'instant, de savoir si ce sont les Renonculacées ou les Composées. Ce sur quoi tout le monde est d'accord c'est que les Dicotylédones sont plus parfaites [1] que les Monocotylédones et que celles-ci le sont plus que les Cryptogames. Si donc nous descendons le Règne, nous assistons à une dégradation constante. Les organes deviennent de plus en plus simples, les appareils de moins en moins nombreux, les fonctions de moins en moins nettes, et peu à peu nous en arrivons à ces plantes qui n'ont ni racines, ni fleurs, ni sexes proprement dits, ni graines, ni embryons, ni cotylédons et qui, quoique réduites à une simple lame, vivent et se reproduisent. La division du travail, signe de supériorité organique, devient de moins en moins marquée; et nous nous trouvons en face de plantes chez lesquelles toute la vie se concentre dans un sac de cellulose contenant un peu de matière muqueuse; c'est une même cellule qui se nourrit, respire, se reproduit. L'enveloppe cellulosique disparaît bientôt elle-même pour laisser à nu la matière contenue, masse glaireuse contenant un nucléus qui, lui aussi, fait défaut à son tour. Le végétal n'est plus alors qu'un globule

1. Lorsque nous disons que certains végétaux ou que certains animaux sont plus parfaits que certains autres, nous n'entendons parler que de perfection relative. Tous les êtres, quels qu'ils soient, sont parfaits; dès qu'ils ne le sont plus, ils disparaissent; ils n'existent que parce que tous les atomes ou molécules qui les composent sont entre eux dans des conditions telles qu'ils accomplissent les actes physico-chimiques qui composent leur vie avec un ensemble voulu. S'il n'en était pas ainsi, ils ne seraient pas... dès que cette perfection ne sera plus absolue, ils cesseront d'être. Nous ne parlons donc ici que de perfection relative; or il est reconnu qu'un être est d'autant plus parfait (il vaudrait mieux dire perfectionné) qu'il est plus complexe et que la division du travail est plus accentuée, qu'en un mot les fonctions sont plus localisées.

de plasma, qui se charge à lui seul de digérer, de respirer, de s'accroître et de se reproduire. En général, il est alors mobile, et on le voit souvent s'agiter, marcher, même courir, entraîné par une volonté bien évidente. Si on le surveille, on s'aperçoit que, pour s'alimenter, il se traîne à la manière des amibes; que, comme eux, il fait pénétrer sa proie dans sa propre substance, pour la rejeter ensuite. C'est là ce qu'on a nommé le sarcode végétal ou *protoplasma;* c'est la végétalité réduite à son expression la plus simple. La chimie lui a donné pour formule $C^mH^nO^xAz^y$. + P ou S.

Au bas des deux séries, nous avons donc une matière quaternaire vivante; l'une, le protoplasma, est de nature végétale; l'autre, le sarcode, est de nature animale. Mais, quoique de provenance différente, elles sont identiques. La chimie, consultée, donne pour les deux la même formule; l'anatomie y découvre la même structure, et le physiologiste qui, sans être renseigné sur l'origine, suivrait les phénomènes de l'une et de l'autre, ne pourrait déterminer à laquelle des deux il a affaire. Elles sont également sensibles aux agents extérieurs et réagissent de même contre eux; elles se contractent, se meuvent, se nourrissent de même; dans les deux cas, la respiration fixe l'oxygène et dégage de l'acide carbonique; enfin la multiplication s'opère de la même façon pour chacune d'elles.

A partir de ce point où les deux Règnes semblent se fondre en une même substance, les deux séries végétales et animales vont en s'écartant l'une de l'autre et en prenant chacune les caractères qui leur sont propres; c'est ainsi qu'on arrive, peu à peu, à des êtres qui ne peuvent être confondus; mais cette séparation ne s'opère pas si brusquement qu'on pourrait le supposer, et pendant longtemps les deux séries marchent parallèlement, ou, pour mieux dire, si

mélangées qu'il est difficile de se prononcer sur la nature des corps organisés que l'on rencontre. A chaque instant, le naturaliste se trouve plongé dans l'indécision la plus grande. Où placerons-nous le *Bathybius Haeckelii* (fig. 16), sorte de gelée qui se trouve au fond de certaines mers qu'elle tapisse? est-il d'origine végétale ou d'origine animale?... et ces Monères sont-elles des plantes ou des animaux?... Que ferons-

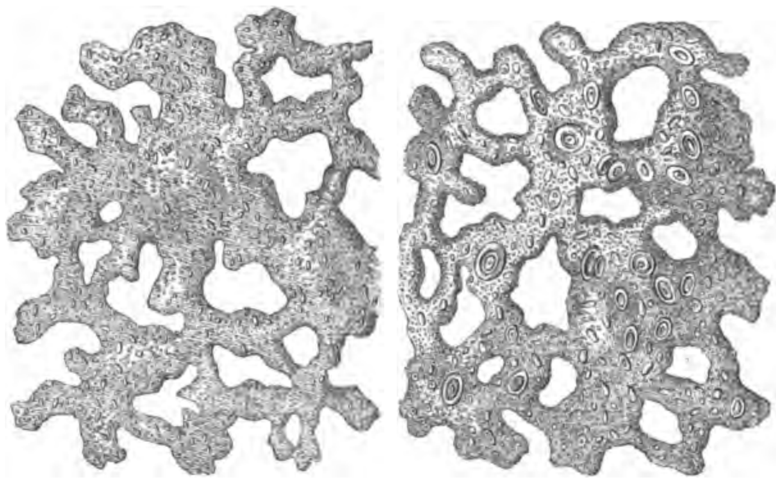


Fig. 16. — *Bathybius Haeckelii*, d'après Haeckel.

nous des amibes?... Voici de singuliers êtres qui tournoient dans les eaux, dans les humeurs de notre corps, on dirait de petits serpents ou des petits vers microscopiques : on les nomme des Vibrions, des *Spirillum*, des *Spirulina*, et on les met dans les végétaux. Voici à côté des bâtonnets mobiles qui cherchent la lumière; ils oscillent et ondulent dans le liquide : ce sont des Oscillaires. On a cru qu'ils étaient des animaux; pourquoi en a-t-on fait des Algues? Voici des *Phacus*, des *Cercomonas*, des *Trichomonas*, qui s'agitent en battant l'eau de leurs cils; pourquoi sont-ils rangés dans le Règne animal, tandis que tant d'autres,

comme les *Volvox*, sont dans le Règne végétal? Quelle est la place de ces Desmidiées?... Ces Diatomées si agiles, dont les unes courent dans les eaux en liberté, tandis que les autres sont attachées par une sorte de *byssus*, ne seraient-elles pas de microscopiques Mollusques?... à quel Règne allons-nous livrer les Acinètes et les si curieux Radiolaires?... Que faire des Myxomycètes?... etc., etc. La réponse à toutes ces questions sera facile si nous trouvons un caractère absolu, sorte de pierre de touche, qui nous permette de définir nettement l'animal du végétal. Un grand nombre ont été invoqués; on a fait intervenir la chimie, l'anatomie, la physiologie.

1° *Composition chimique.* — *a.* Les végétaux sont des êtres composés de matières ternaires; les animaux sont au contraire composés de matières quaternaires. — *b.* Avec l'ammoniaque on peut distinguer ce qui est mycrophyte de ce qui est microzoaire (Blainville, Dujardin, M. Robin).

2° *Structure anatomique et morphologique.* — *a.* Il n'y a d'épithélium vibratil que chez les animaux (Purkinge et Valentin). — *b.* Les végétaux sont unicellulaires; les animaux sont multicellulaires (MM. Gegenbaur, Claus). — *c.* Les animaux ont seuls des vacuoles contractiles (Ehrenberg, MM. de Bary, Cohn, Strasburger, Cienkowski, Maupas). — *d.* Les végétaux présentent de la chlorophylle; les animaux n'en ont jamais.

3° *Fonctions physiologiques.* — I. **Nutrition** : *a.* Les végétaux sont des producteurs et les animaux des consommateurs; les uns réduisent l'acide carbonique, les seconds le reconstituent. — *b.* Les végétaux font de la cellulose, de l'amidon et autres matières ternaires; les animaux l'utilisent pour la transformer en matière quaternaire. — *c.* Les animaux excrètent de la chaux; les végé-

taux n'en excrètent pas. — *d.* Les animaux procèdent par *hydratation,* les végétaux procèdent par *déshydratation* (M. Würtz).

II. **Relation** : seuls les animaux sont sensibles, contractiles, motiles, ont de l'instinct, de la volonté, en d'autres termes accomplissent des mouvements appropriés à un but.

III. **Reproduction** : les animaux se fécondent par spermatozoïdes; on y trouve ce que l'on appelle l'alternance des générations tandis qu'on ne rencontre rien d'analogue chez les végétaux.

Nous savons déjà, d'après ce que nous avons dit jusqu'ici, que la plupart de ces caractères sont loin d'avoir la valeur qu'on a voulu leur attribuer; quant aux autres, nous ne pouvons y insister pour l'instant, il faut que nous connaissions plus amplement les Cryptogames pour les juger; nous renvoyons donc à ce moment nos appréciations. Toutefois nous pouvons déjà penser ou que ces caractéristiques sont peu nettes ou bien qu'elles sont d'une application fort difficile, car, à chaque instant, leur insuffisance se manifeste, soit par les erreurs commises, soit par les hésitations que les savants les plus autorisés éprouvent à placer définitivement un certain nombre de familles qui flottent, pour ainsi dire, entre les deux Règnes, placées tantôt dans l'un, tantôt dans l'autre, suivant la tournure d'esprit du classificateur. Nous citerons :

Les Coralliaires et le Corail; les Spongiles et certaines Siphonées.

Les Vibrioniens et les Infusoires, les Grégarinées, les Volvocinées.

Les Mycétozoaires ou Myxomycètes; les Diatomées; les Desmidiées; les Bactéries; les Euglènes; les Oscillaires.

Laissant les Coralliaires, les Spongiles, les Euglènes, les Grégarinées et les Infusoires parmi les animaux, nous admettons les autres comme faisant partie des Cryptogames. Nous les examinerons donc au rang où ils se placent de nos jours; ce n'est que lorsque nous aurons parcouru toute la série que l'on comprendra les raisons qui nous ont décidé à agir ainsi. Faisons cependant remarquer, avant d'aller loin, que si l'on admet certaines fonctions et certaines facultés, comme la sensibilité, l'instinct, l'âme, la conscience, chez les derniers représentants du Règne animal, il sera impossible de refuser ces fonctions et ces facultés à ces êtres dont on n'a pas pu, jusqu'à ce jour, les distinguer. Le fait de les recevoir dans le groupe des Cryptogames, au lieu de les laisser dans les Infusoires, ne leur ôte aucune de leurs qualités, pas plus qu'il leur en ajoute.

L'impossibilité d'établir une limite entre les deux Règnes d'êtres organisés a frappé les naturalistes de tous les temps et les a fortement préoccupés.

Cfr. : Aristote, Freigius, Buffon, Tiedmann, Lamarck, Bory-Saint-Vincent, Gaillon, Linck, Ehrenberg, Cienkowski, Hogg, Brucke, Nave, Claus, Reichardt, Haeckel, Huxley Germain Saint-Pierre.

On a essayé de laisser unis ces êtres qui ne pouvaient se séparer par des limites nettes; un nouveau Règne (celui des Psychodiés, ou Protoctistes, ou Protistes) prit ainsi naissance. Nous ne voyons pas ce que l'on gagne à cette innovation, car la difficulté est tournée et non résolue. Voici un Règne dont les représentants ne sont ni végétaux ni animaux, mais végétaux et animaux tout à la fois et qui sert de point de départ aux deux autres. Là renaît la difficulté. On pourra, peut-être, maintenant qu'on est débarrassé

de ces importuns, séparer l'animal du végétal; mais quelles limites sépareront les deux Règnes anciens du nouveau? Pour nous en particulier, la chose paraît fort délicate. M. Haeckel, dans son dernier mémoire [1], fait rentrer dans ses Protistes : les Ferments, les Diatomées et tous les Champignons. Nous nous voyons donc dans la nécessité, si nous voulons suivre les errements du savant professeur d'Iéna, ou bien de ne pas étudier les Champignons, les Ferments et les Diatomées, parce qu'ils sont sortis du Règne végétal, ou, si nous les étudions, il nous faut décrire, en même temps qu'eux, tout le groupe au milieu duquel ils sont dispersés. Dans le premier cas, la Cryptogamie est trop réduite; dans le second, elle prend des proportions qu'elle ne paraît pas comporter. Il nous semble que nous nous écarterions notablement de notre sujet si nous en arrivions à être obligés d'enserrer dans notre cadre l'étude des Rhizopodes, des Radiolaires, des Acinètes, etc., etc. Ce royaume taillé aux dépens des deux autres, est une coupure arbitraire, comme toutes les autres, commode pour ceux qui veulent étudier les régions inférieures et à peu près neutres, mais désavantageuse pour ceux qui veulent suivre la progression des faits, parce qu'ils trouvent une barrière nouvelle à franchir.

III. Les limites qui séparent les Cryptogames des êtres inorganisés ne sont pas aussi réelles qu'on est tenté de le croire. — On peut nous pardonner de ne pas admettre la ligne de séparation des deux Règnes organiques; mais on ne nous pardonnera pas, au premier abord, de ne pas reconnaître qu'il existe une infranchissable limite entre l'organisé et

1. Haeckel (E.), *Le Règne des Protistes*. Aperçu sur la morphologie des êtres vivants les plus inférieurs, suivi de la classification des Protistes, trad. et introd. de M. J. Soury. 1879.

l'inorganisé. La limite, dira-t-on, est, là, tellement tranchée, que c'est folie de ne pas la voir et qu'il est superflu d'insister ! Les Cryptogames ne sont-elles pas des êtres organisés, et quels rapports peuvent exister entre ces êtres *vivants* et la matière inerte?

D'abord nous n'admettons pas de matière inerte ; avec Helmholtz, nous croyons qu'il n'existe « que de la matière active » ; l'inertie, que l'on regardait, il y a quelques années encore, comme une des propriétés de la matière, n'est qu'une qualité relative et non une qualité absolue. Ce n'est pas parce qu'un bloc de marbre ne se déplace que si nous lui donnons une certaine impulsion, qu'il faut pour cela affirmer qu'il est inerte. Non pas, car une force, la cohésion, retient ensemble des millions de molécules de carbonate de chaux ; chacune de celles-ci est composée elle-même d'atomes combinés d'abord deux à deux pour faire de l'acide carbonique, d'une part, et de l'oxyde de calcium, d'une autre, lesquels à leur tour se sont unis pour former le marbre. Et tous ces éléments se maintiennent ainsi en face les uns des autres, agissant sans cesse, car, s'ils cessaient d'agir, le marbre disparaîtrait. Ce bloc de marbre vit par l'action de deux forces sur la matière qui le compose; ces deux forces sont la cohésion et l'affinité. Et qu'on ne dise pas qu'il ne vit pas, puisqu'on reconnaît qu'il meurt ; il viendra un instant où, la cohésion vaincue, toutes les molécules se désagrègeront; la statue, si le marbre a été façonné de main humaine, se résoudra en poussière; les quartiers de roche, considérables quand on les compare à nos cryptogames microscopiques, délités à leur tour, finiront par rendre aux milieux cosmiques leur oxygène, leur calcium et leur carbone. La statue aura vécu, elle sera morte !... Il en est ainsi de tout ce qu'on serait tenté

d'appeler inerte. Tout ce qui est, n'existe que parce qu'il vit : la Terre, les astres eux-mêmes. « Les astres n'ont pas toujours existé ; ils ont eu une période de formation ; ils auront une période de déclin, suivie d'une extinction finale [1]. » Ils vivent donc aussi! Tous les corps qui étaient rangés parmi les corps inertes sont, par conséquent, des corps animés de deux forces, la cohésion et l'affinité. Que par un procédé violent on ramène notre marbre à l'état de poussière, et la cohésion vaincue donnera de la chaleur; que l'affinité des atomes (carbone, oxygène et calcium) soit vaincue à son tour par la présence d'un corps dont la force sera plus grande, et l'affinité vaincue deviendra électricité ou, encore, chaleur. Cette destruction, que nous opérons rapidement dans un creuset, demande des siècles à s'opérer dans la nature ; mais alors cette vie dure un espace de temps qui nous semble indéfini. Pourtant, de ce que nous ne voyons pas les phénomènes s'accomplir avec la rapidité à laquelle nous sommes habitués à les voir se passer pour notre propre compte, de ce que ces statues de marbre voient vivre vingt de nos générations sans paraître vieillies, de ce que, chez elles, l'usure et la décrépitude n'arrivent pas aussi vite que chez nous, nous en concluons que la matière dont elles sont faites ne vit pas! Ce n'est là qu'une prétention, peu justifiée, de notre infinie petitesse. Vivraient-elles cent mille ans, qu'est-ce que ce temps serait dans la vie de notre planète?

Et pourtant Pygmalion avait raison de demander à Vénus d'animer sa statue! « L'usure moléculaire est toujours proportionnée à l'intensité des manifestations vitales, » a dit Cl. Bernard. La vie d'un marbre, qui semble ne jamais

1. Faye, cité par Cl. Bernard.

s'user, n'a que des manifestations vitales peu apparentes, mais qui n'en existent pas moins. Bien plus, les phénomènes sont les mêmes que ceux que nous avons constatés dans les deux Règnes que nous avons passés en revue[1]. Les propriétés de la matière vivante se retrouvent, toutefois, à un degré nécessairement moindre, dans la matière regardée comme non vivante : c'est la seule différence.

Il n'est pas jusqu'au caractère tiré de la forme qui ne

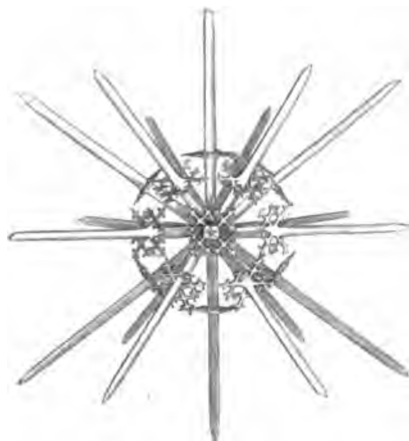


Fig. 17. — *Xiphacantha Murrayana.*

soit insuffisant pour servir de *criterium*. Les corps inorganisés cristallisent ; mais n'avons-nous pas des animaux, les Polythalames et les Radiolaires (fig. 17), qui présentent aussi les formes géométriques les plus variées ; et, dans certains cas, le protoplasma végétal ne prend-il pas la forme de cristaux? Les minéraux n'ont pas des moyens spéciaux de s'accroître, de respirer, de se mouvoir et de sentir. « Comment pourrions-nous comprendre un antagonisme, une opposition entre les propriétés des corps vivants et

1. Lanessan (J.-L. de), *Manuel d'hist. nat. médicale,* 1879, introduction ; et Soury (J.), *Le règne des Protistes,* de Haeckel, trad. 1879, introd., XXIV et suiv.

celles des corps bruts, puisque les éléments constituants de ces deux ordres de corps sont les mêmes? Tous les corps vivants sont exclusivement formés d'éléments minéraux empruntés au milieu cosmique. Descartes, Leibnitz, Lavoisier nous ont appris que la matière et ses lois ne diffèrent pas dans les corps vivants et dans les corps bruts; ils nous ont montré qu'il n'y a au monde qu'une seule mécanique, une seule chimie, communes à tous les êtres de la nature[1]. » Il n'y a donc pas lieu d'admettre de barrière entre les corps organiques et les corps bruts. « Cette distinction, outre qu'elle est arbitraire, est le plus souvent peu nette ou même inapplicable[2]. »

Prenons les corps inorganisés qui composent le Règne minéral, et disposons-les d'après les principes qui nous ont guidés pour ranger les deux séries d'êtres organisés, végétaux et animaux, c'est-à-dire de façon que les plus parfaits se trouvent au sommet de la pyramide et les moins parfaits à la base. Nous voyons qu'ici pour les minéraux la perfection est la simplicité : c'est l'état dans lequel le moins d'actions s'opèrent; ces phénomènes se réduisent à une simple attraction enchaînant ensemble plusieurs atomes de même nature; la complexité les éloigne de plus en plus du type. Ainsi rangés, les corps inorganisés présenteront quatre séries, qui seront : 1° les corps simples; 2° les corps binaires; 3° les corps ternaires; 4° les corps quaternaires. A mesure que nous descendons, nous sentons que nous abandonnons peu à peu le type minéral, et la chimie, qui étudie ces corps inorganisés, a été forcée de reconnaître que certains prenaient des caractères spéciaux et méritaient le nom de substances organiques. Aussi s'est-elle scindée en

1. Bernard (Claude), *Science expérimentale*, 1878, p. 178, 182.
2. Bernard (Claude), *Leçons sur les phénomènes de la vie*, etc., II, p.392, 401.

chimie minérale et chimie organique. A la chimie minérale reviennent les corps simples, une portion des composés binaires; la chimie organique prend l'autre partie des composés binaires, passe aux substances ternaires et enfin aux quaternaires. Qu'est-ce? et que disions-nous donc? que nous étions dans le Règne des inorganisés! C'est qu'insensiblement nous sommes, en effet, arrivés à des corps quaternaires qui ont eux aussi pour formule : $C^mH^nO^xAz^y + P$ ou S.

En résumé, tous les êtres qui composent notre globe peuvent se répartir en trois Règnes, qui sont : le Règne animal, le Règne végétal, le Règne minéral. Si l'on essaye de ranger les représentants de chacun de ces groupes en série ordonnée d'après leur perfection typique, on obtient trois pyramides aux sommets desquelles sont les êtres les plus parfaits et dans lesquelles le type s'altère à mesure qu'on descend. La série animale nous conduit au sarcode, la série végétale au protoplasma, la série minérale à la matière organique. Or il se trouve que ces trois substances ont toutes une même formule : $C^mH^nO^xAz^y + P$, ou S, c'est-à-dire que toutes les trois sont des matières quaternaires additionnées de phosphore ou de soufre. Les trois séries convergent donc vers un même point commun, comme vers un centre. Nous sommes ainsi amenés à réunir, à nouer ensemble, ces trois séries par ce centre ; il en résultera une sorte d'étoile à trois branches (fig. 18), figure schématique qui rend bien, pour nous, les rapports des séries les unes avec les autres. Le centre de l'étoile sera le *confluent des trois Règnes*, qu'on peut appeler, encore, *centre organique*. Si l'on part de ce centre et si l'on se rend aux sommets, on trouve que chacun est occupé par les représentants les plus parfaits du type de chaque série : les vertébrés pour la série animale, les dicotylédonés pour la série végé-

tale, les corps simples pour la série minérale. Or chaque sommet, comme le montre la figure, se trouve au point d'éloignement le plus grand possible des deux autres. C'est ce qui explique comment on peut, lorsqu'on se place à

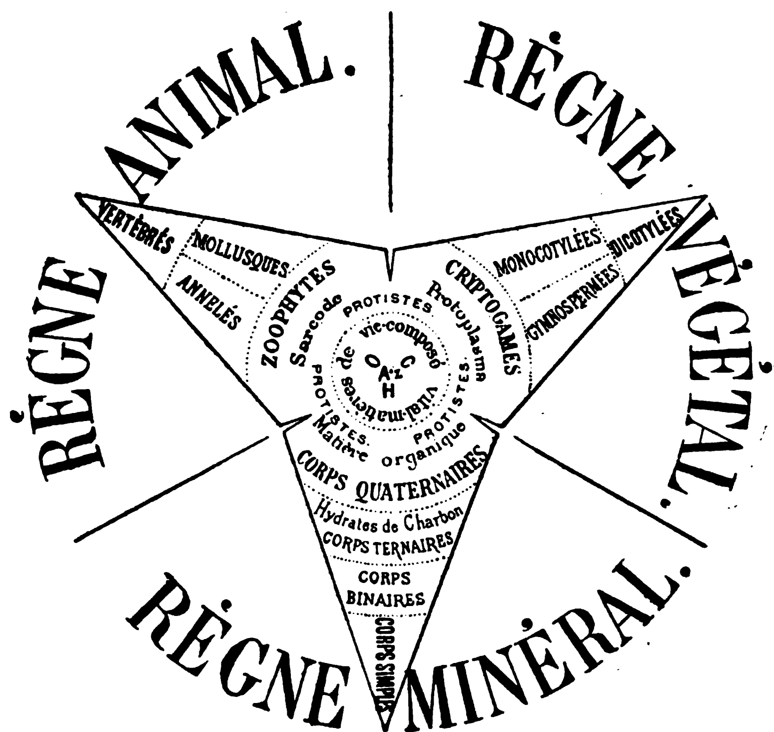


Fig. 18. — Confluent des trois Règnes.

l'un de ses sommets, déclarer qu'il faut être aveugle pour ne pas voir les barrières qui existent entre les Règnes, insensé pour les nier, car ce sont non pas de simples limites, mais des abîmes qui les séparent. Pourtant, que l'on descende de l'un ou de l'autre de ces sommets, alors l'on sentira, peu à peu, les abîmes se combler, et l'on arrivera à voir les limites se rapprocher insensiblement, se toucher, se con-

fondre, puis disparaître pour nous amener dans un milieu où elles n'existent certainement plus, c'est-à-dire dans ce centre organique.

Cette matière, dans laquelle tous les êtres se confondent et qui occupe le centre organique est celle que M. Huxley[1] nomme *base physique de la vie* ou *matière de vie*, et que M. de Jouvencel[2] appelle *composé vital*, parce que, sous l'influence de conditions particulières pressenties, mais non encore déterminées, il devient végétal ou animal, ou bien se résout dans ses éléments minéraux constitutifs. Cette substance, dans quelque Règne qu'on l'examine, est toujours la même, chimiquement parlant : c'est du carbone uni aux éléments de l'eau, à de l'azote, le tout additionné d'un peu de phosphore ou de soufre. C'est l'azote, on peut le dire, qui, surajouté aux éléments de la substance ternaire, leur communique, grâce à son indifférence chimique, une instabilité qui détermine des successions de combinaisons et de décompositions produisant des mouvements d'atomes, des déplacements de force, des changements sans cesse renouvelés, d'où cette multiplicité de phénomènes physico-chimiques exagérés qui fait la vie. « L'usure moléculaire est proportionnée à l'intensité des manifestations vitales ! » Ici, ce n'est plus la vie lente du minéral, c'est la vie active. Une statue de marbre mettait des milliers d'années à s'user, sa vie était si lente qu'on la croyait absente, mais il n'en est plus ainsi de statues faites de composé vital. « La combinaison vitale formée, son instabilité, qui est due à l'indifférence de l'azote, a pour conséquence une extrême aptitude à des modifications ultérieures. En sorte que l'indifférence chimique qui relègue l'azote au dernier rang d'importance

1. Huxley, *Conf. sc. d'Edimbourg*, in *Rev. cours scient.*, 1869, VI, p. 514.
2. Jouvencel (P. de), *Genèse selon la Science :* La Vie.

dans la chimie élémentaire ou minérale, le place au premier rang dans la chimie physiologique[1]. »

Qu'est-ce donc que le composé vital que l'on admettrait, volontiers encore, comme matière originelle des deux Règnes organisés et que nous regardons, de plus, comme commune au Règne inorganique et provenant de lui par suite de combinaisons complexes? Est-il possible qu'un abîme ne sépare pas les organisés des inorganisés? L'histoire du fameux *Bathybius* va peut-être nous renseigner.

En 1856, en plaçant le câble transatlantique, on trouvait au fond de la mer qui sépare l'Irlande de Terre-Neuve, à peu près vers 4000 mètres de profondeur, un limon mou, glaireux, gélatineux, renfermant dans sa gangue de petites concrétions calcaires (fig. 16). En 1868, MM. Wyville Thomson et W. Carpenter retrouvaient le même limon dans le golfe de Gascogne, à une profondeur de 5000 mètres environ. L'examinant de suite à la sortie de l'eau, ils reconnaissent « que ce limon est réellement vivant, qu'il s'agglomère en masse comme s'il contenait de l'albumine, que sous le microscope ces masses visqueuses avaient l'aspect de masses de sarcode animé. » Le limon conservé dans l'alcool est envoyé à M. Huxley pour être examiné par lui. M. Huxley le reconnaît vivant et organisé; c'est une monère ; il reçoit le nom de *Bathybius Haeckelii*. M. Haeckel, devenu son parrain (comme il le dit), l'observe à son tour, confirme et développe les assertions de M. Huxley. Il n'y a plus de doute à avoir, c'est le limon générateur de tous les êtres vivants qui peuplent notre planète ; et ce limon remplit le fond de toutes les mers !... Mais voici un revirement soudain ; le *Challenger*, dans son expédition, drague en

1. Marchand (L.), *Des classifications et des méthodes en bot.*, 1867, p. 76, d'après Jouvencel, *loc. cit.*

vain le fond des océans et ne le retrouve pas. Il n'existe donc pas; on a été le jouet d'une illusion; la prétendue matière de vie n'était que du sulfate de chaux précipité à l'état floconneux par l'alcool. M. Huxley croit devant de telles affirmations revenir sur sa première opinion; toutefois, il ne le fait pas sans réserve. Comment a-t-il pu prendre aussi facilement un précipité inorganique pour une matière organique? « Mais ce qu'il y a d'étrange, dit-il, *c'est que ce précipité inorganique peut à peine* être distingué d'un précipité albumineux, et qu'il ressemble encore plus, peut-être, à la pellicule superficielle des infusions putrides, qui se colore irrégulièrement, mais très fortement, de carmin, forme de petites masses aux contours déterminés et *se comporte en tout comme une chose organique*[1]. » Et pourtant M. Mœbius fait apparaître cet étrange précipité en versant simplement de l'alcool dans de l'eau de mer!... Voilà quel est cet inorganique qui *se comporte en tout comme une chose organique*. Pour nous, nous concluons de cette histoire du *Bathybius* à la parfaite identité du *composé vital*, à quelque Règne qu'il appartienne. Le *Bathybius* (et le *Protobathybius* découvert depuis par M. E. Bessels), existe bien réellement, et, pour nous, nous n'en voulons d'autre preuve que l'expérience de M. Mœbius; sa place se trouve être précisément au centre organique, au confluent des trois Règnes, car il n'est ni végétal, ni animal, ni minéral, et il est les trois à la fois. C'est bien l'*Urschleim* d'Oken; le générateur de toute matière vivante, qu'on nous pardonnera peut-être de faire naître spontanément au fond des mers par simple réaction chimique, puisqu'il nous suffit pour la faire apparaître dans nos laboratoires

1. Haeckel (E.), *Le règne des protistes*, trad. de J. Soury, p. 89 et *passim*.

de verser quelques gouttes d'alcool dans de l'eau de mer.

Considérons maintenant les Règnes au point de vue de l'origine des êtres qui les constituent. Marchons du simple au composé. Nous voyons le Règne minéral n'être d'abord représenté que par les corps simples ; puis nous passons aux composés binaires et aux ternaires, pour arriver aux quaternaires. Il est à supposer que, dans la nature, la progression n'a pas été autre. Quand notre planète n'était qu'une nébuleuse, les minéraux flottaient à l'état de fluides impondérables, comme nous voyons encore l'oxygène et l'azote de l'air vivre côte à côte, sous forme de simples mélanges (fig. 19). Plus tard, sans doute, se sont faits des corps binaires, dont l'eau, l'acide carbonique, les carbures d'hydrogène nous offrent des exemples; puis des corps ternaires[1], dont un groupe fut les hydrates de carbone, qui, eux, ont fini par donner cette matière quaternaire organique, matière de vie, composé vital, *Urschleim*. Formé au fond des eaux qui occupaient toute la surface du globe, ce composé vital a donné, sous l'influence des agents extérieurs, les protistes, les monères, ces êtres qui ne sont ni plantes ni animaux, mais qui ont d'égales aptitudes à devenir l'un ou l'autre : pâtes molles, *indifférentes,* que façonnent les agents cosmiques. De structure rudimentaire, ils se montrent partout où les conditions sont identiques : ils sont d'origine *polyphylétique*. Une fois apparus, ils se modifient toujours de la même manière, sous les mêmes influences, mais aussi changent-ils avec une grande facilité,

1. « Les carbures d'hydrogène sont les plus simples des composés organiques. Une fois obtenus par la synthèse directe des éléments, ainsi que cela résulte des persévérantes recherches de M. Berthelot, on peut les transformer, par des méthodes régulières, en composés ternaires, puis quaternaires. Ils ont donc été considérés, à bon droit, comme les composés fondamentaux de la chimie organique. » (E. Bourgoin, *Principes de la classif. des subst. organiques*. Paris, 1876.)

si les influences varient elles-mêmes. Ils se compliquent, deviennent végétaux ou animaux, et leur polyphylétisme diminue au fur et à mesure que leur complication augmente. Leur structure devient bientôt telle, et résume en elle tant de modifications acquises successivement, qu'il n'est plus possible d'admettre qu'un autre être puisse rencontrer les mêmes conditions et passer par les mêmes phases avant d'arriver au même résultat, à la même combinaison vitale. Les origines des êtres sont donc ainsi de plus en plus spécialisées, de telle façon qu'à ce point il ne peut plus y avoir que monophylétisme[1]. Notre schéma (fig. 18) retrace cette progression : partis du sommet du Règne minéral, nous arrivons par combinaisons successives au centre organique, et de là nous entrons dans chacun des deux Règnes par deux bases élargies qui correspondent aux régions où les êtres jouissent du polyphylétisme le plus exagéré. En s'éloignant de ce centre, le polyphylétisme disparaît peu à peu, et, aux sommets, où les êtres sont les plus compliqués, on trouve le monophylétisme le plus accentué. Ceux qui, recherchant les origines des êtres, se placent vers les sommets, déclarent que toute genèse spontanée est impossible ; ceux qui se placent vers le centre organique admettent le contraire : il n'y a dans toutes ces discussions qu'un malentendu. La genèse spontanée est impossible pour les êtres placés aux degrés supérieurs, mais elle semble indiscutable pour ceux qui se rapprochent du centre organique. A quelle limite cesse-t-elle d'être admissible ? C'est ce qu'il faut chercher.

Si, au lieu de considérer les groupes d'après le degré de perfectionnement typique, on les envisage en tenant compte surtout des variations qu'entraîne ce perfectionnement, le

1. Haeckel (E.), *Origine monogénétique et polygénétique des règnes organiques et des organes :* Anal. de J. Soury, in *Rev. intern. sc.,* III, p. 481.

schéma (fig. 19) que l'on obtient prend une forme différente de celui que nous avons donné page 61, sans que toutefois les rapports des groupes les uns avec les autres aient changé. En effet, on les voit sortant tous de la matière quaternaire unique base de vie, subir des variations successives

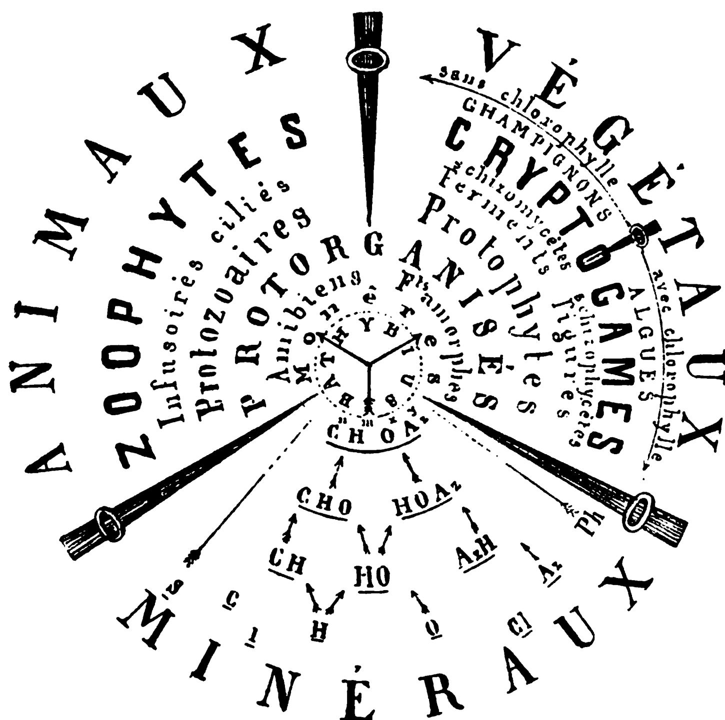


Fig. 19. — Schéma montrant les rapports des trois Règnes au point de vue de leurs origines.

et d'autant plus nombreuses qu'ils deviennent plus élevés en organisation. De telle sorte que chaque Règne a bien encore la forme d'une pyramide; mais les sommets confluent vers le centre où elles se touchent, tandis que les bases sont tournées vers la circonférence.

Cherchons maintenant à tracer, d'après ces données, le

cadre de notre étude de la Cryptogamie. Les Cryptogames se détachent des Phanérogames, s'unissent aux animaux en englobant une partie des protistes d'Haeckel, et enfin, se fondent, par les plus élémentaires de leurs représentants, avec la matière minérale organique. Il nous faut pourtant nous limiter, et le moins arbitrairement possible. La matière de vie ou composé vital formant notre centre, nous prenons autour de ce centre une zone, comprenant tous les êtres chez lesquels les phénomènes physico-chimiques sont assez prononcés pour donner la réaction vitale. Nous les appelons *Protorganisés ;* ils s'éloignent de suite des représentants du Règne minéral, chez lesquels ces mêmes phénomènes tendent à s'affaiblir de plus en plus. Ces protorganisés, souche commune des êtres organisés, sont complètement confondus à la base, si bien que protoplasma et sarcode sont identiques. C'est dans ces régions que se placent les Monères, que nous voulons croire aussi végétales qu'animales. Au-dessus les Protistes ; là, nous commençons déjà à pressentir la séparation en protozoaires et en protophytes. Les différences entre les rois Règnes s'accentuent, les végétaux, les animaux, les minéraux se dégagent peu à peu les uns des autres et prennent définitivement leurs caractères. Pour nous, nous sortons du groupe des Protorganisés, voici bientôt les Champignons et parallèlement, les Algues et autres Cryptogames vertes que nous avons déjà énumérées plus haut.

Mais la séparation ne s'est pas faite brusquement. Les Myxomycètes dont nous faisons des Champignons sont réclamés par les zoologistes qui en font des Myxozoaires ou Mycétozoaires, car leur mobilité les rapproche bien des animaux. — D'un autre côté nous côtoyons le Règne minéral, et nous nous en apercevons à ce que les Diatomées, voire

même les Corallinées, sont tellement encroûtées de silice ou de calcaires, que l'examen superficiel les a fait ranger autrefois parmi les minéraux. Au reste, le Règne animal ressent aussi les effets de ce voisinage, qui opère les mêmes effets sur ses Coraux et ses Madrépores.

Nous n'insisterons pas sur les Monères et les Protistes ; nous commencerons notre étude aux Protorganisés, et nous la terminerons au moment où se rencontreront les Gymnospermes, les Monocotylédones et les Dicotylédones.

IMPORTANCE DU GROUPE

D'après ce que nous venons de dire, les limites du groupe des Cryptogames ne présentent rien d'absolu et n'ont rien de la rigueur mathématique qu'on croirait pouvoir y trouver, puisque chaque auteur peut les faire varier suivant la nature et les tendances de son esprit. Il en résulte qu'il est difficile de supputer le nombre des espèces et qu'on ne peut donner que des chiffres approximatifs. D'autre part, ces chiffres sont exposés à des variations qui dépendent de la nature des objets en observation ; c'est ce que Payer exprime en ces termes : « Les Cryptogames sont, pour la plupart, d'une extrême petitesse, et ne peuvent être distingués qu'à l'aide de verres grossissants ; aussi le nombre des espèces que nous connaissons va-t-il constamment en augmentant à mesure que nos microscopes se perfectionnent, sans qu'on puisse jamais assigner une époque où un grossissement plus considérable n'amènera plus la découverte d'êtres nouveaux, parce qu'on aura atteint la limite de la plus grande petitesse possible. La Cryptogamie, sous ce rapport, offre quelque analogie avec l'astronomie, qui nous montre dans le ciel d'autant plus d'étoiles que les lunettes dont on se sert sont

plus puissantes ; dans l'une et dans l'autre, le champ des observations est comme un horizon qui fuit à mesure qu'on s'en approche : il n'y a point d'autres bornes que celles de nos sens ; et toutes deux prouvent que, dans les œuvres de la nature, les dimensions des objets ne sont que relatives[1]. »

Toutefois les observations modernes permettent d'affirmer que les progrès de la Science amèneront de nombreuses réductions ; les espèces sont en effet bien souvent polymorphes, et ce polymorphisme a fait regarder parfois deux ou trois formes de la même plante comme des espèces distinctes, quand en réalité il n'y en a qu'une seule.

Grâce aux infatigables chercheurs, le nombre des Cryptogames [2] est devenu assez grand, pour qu'on ait été amené à faire presque de chacun des anciens types le centre de vastes classes divisées elles-mêmes en sous-classes, et aussi distinctes les unes des autres que les Cryptogames pouvaient, il y a quelques années à peine, sembler l'être des Phanérogames. D'où il ressort qu'aujourd'hui ces dernières ne paraissent être dans le Règne végétal qu'un terme de même valeur taxinomique que les Algues, les Champignons, les Fougères, les Gymnospermes.... Ces groupes semblent équivalents. M. T. Caruel[3] va plus loin encore : il propose de diviser le Règne végétal en cinq groupes, qui sont : 1° les *Phanérogames*, et, sur la même ligne comme importance ; 2° les *Schistogames* (Charagnes) ; 3° les *Prothallogames* (Fougères, Prêles, etc.) ; 4° les *Bryogames* (Mousses) ; 5° *Gymnogames* (Algues et Champignons).

Au premier abord, cette équivalence paraît difficile à admettre, et non seulement, en suivant les errements anciens,

1. Payer (J.-B.), *Botanique cryptogamique*, p. 1.
2. Voir Linné, Lyndley, Steudel.
3. Caruel (T.), *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, vol. IX, n° 4, ottobre 1877.

l'on ne met pas chacun de ces groupes au même rang que les Phanérogames, mais on maintient encore la Cryptogamie en un état de subordination marquée vis-à-vis de la Phanérogamie. En apparence, on a raison; quel est le naturaliste, en effet, qui songera à assimiler, comme valeur, les Phanérogames à chacun des groupes de Cryptogames? Les Phanérogames, à elles seules, ne comptent-elles pas, à la surface du globe, deux fois plus d'espèces, que tous les groupes de Cryptogames réunies? Cette façon de raisonner, plus mathématique que naturelle, perd au reste chaque jour de sa valeur, grâce au progrès de la Paléontologie, cette science nous démontrant la raison de la prédominance actuelle des Phanérogames, dans ce fait que la flore phanérogamique est dans sa croissance, tandis que la flore cryptogamique est dans son déclin (fig. 25). Les différents groupes de Cryptogames ont eu, eux aussi, leurs grands jours, et celles que nous possédons aujourd'hui ne sont que des représentants d'âges anciens s'étant perpétués jusqu'à nous, bravant les conditions nouvelles d'existence qui leur étaient faites. L'équivalence peut donc se soutenir, mais il résulte de ce que nous venons de dire que le cryptogamiste ne doit pas borner ses observations aux Cryptogames actuelles, et qu'il doit les étendre aux espèces disparues. Pour chaque groupe, il lui faut tenir compte des espèces éteintes et les comparer à celles qui vivent de nos jours, et, pour la même raison, il ne doit pas oublier dans ses herborisations d'explorer les forêts des temps anciens, ensevelies dans les couches de l'écorce terrestre aux diverses époques de la vie de notre planète.

Ainsi donc, sans que pour cela la Phanérogamie ait perdu de sa valeur, la Cryptogamie a conquis une importance considérable. Elle devient une science de premier ordre, si l'on veut rassembler en un faisceau toutes les connais-

sances apportées par l'étude des groupes qui la composent. Le morcellement a facilité le travail de détail, l'analyse de chaque partie ; aujourd'hui, on tend à la réunion, à la synthèse. Après avoir taillé et préparé chaque pierre de l'édifice, on rassemble ces matériaux, on les agence pour voir si tout se tient, s'enchaîne et s'harmonise. Déjà au commencement du siècle, en 1819, Sprengel l'a tenté; en 1850, J.-B. Payer l'essaya de nouveau, et, depuis lui, M. Berkeley, en 1857, a préparé, par la publication de son traité de Cryptogamie générale, l'avènement d'un enseignement nouveau. Nous avons été, certes, devancés dans cette voie [1], toutefois nulle part aucune chaire officielle n'avait encore été créée, lorsque M. Chatin, en 1877, comprenant que la Cryptogamie ne pouvait rester une vague dépendance de la Phanérogamie et qu'elle avait des droits légitimes à son autonomie, obtint pour l'Ecole de Pharmacie un cours officiel de *Botanique cryptogamique* [2]. Mais, si la France peut réclamer le bénéfice de cette initiative, à l'Amérique revient l'honneur d'avoir créé en 1879, à l'Uni-

1. Cependant l'enseignement de la Cryptogamie s'imposait peu à peu en France. Chaque année, M. Duchartre, dans ses leçons à la Sorbonne, tenait ses élèves au courant de la science cryptogamique; au Muséum, Ad. Brongniart, qui jusqu'à la fin de sa vie se montra avide de découvertes modernes, consacra à la Cryptogamie tout son cours d'organographie et de physiologie de 1874, qui fut repris en 1877 par M. Max. Cornu. Dans les départements, il en fut de même; je ne citerai que M. Micé à Bordeaux (1869 et 1872), et M. Lemoyne à Reims (1871-1872). J'avais aussi, en 1866, à l'École pratique de la Faculté de médecine, fait, pour les étudiants en médecine, un cours de Cryptogamie appliquée, dans lequel j'avais surtout insisté sur l'étude des Champignons comestibles et vénéneux, reproduisant dans ces leçons l'article que je préparais pour le *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques* (t. VII, p. 1).

2. « Ce double caractère, à la fois théorique et pratique, de notre enseignement, se retrouve encore dans le troisième des cours complémentaires. Ce cours aura pour objet l'étude de ces êtres, qui ne sont inférieurs que par le rang qu'ils occupent dans la série végétale, mais non pas dans celui qu'ils réclament dans nos études; il vous familiarisera avec les diverses formes, les migrations, les métamorphoses de ces ferments, de ces vibrioniens, de ces végétaux parasites qui s'imposeront plus tard et bien souvent à votre examen. » (Ad. Chatin, *Discours de rentrée de l'École de Pharmacie*, 15 novembre 1877, et *Union pharm.*, XVIII, p. 342.)

versité d'Harvard, la première chaire de Cryptogamie, qu'elle a confiée à M. le Dr W. T. Farlow.

Cryptogamistes. — Si l'homme eût vécu aux temps de la houille, et si, à cette époque, la passion de la Botanique eût été seulement ce qu'elle est de nos jours, les Cryptogames eussent eu la plus belle place dans l'histoire des plantes, même en admettant qu'elles aient eu pour rivales les Phanérogames. Ceux qui fréquentent les serres à Fougères ne nous démentiront pas, surtout s'ils se reportent à ces temps où les frêles représentants qu'ils ont sous les yeux étaient remplacés par leurs ancêtres, formant des forêts analogues à nos forêts vierges actuelles; il en était de même des Prêles, des Lycopodes, et, sans doute, aussi des autres Cryptogames qui, plus délicates dans leur structure, ont disparu sans laisser de traces. Mais, aujourd'hui, les Cryptogames sont devenues si modestes dans leurs formes (fig. 20) et souvent tellement réduites dans leurs dimensions, elles attirent si peu le regard, qu'il ne faut pas s'étonner qu'elles aient été délaissées et que tout l'intérêt se soit concentré sur les Phanérogames. Ces dernières flattent l'observateur et attirent toute son attention. Combien admirent la majesté du Chêne et dédaignent les milliers de Cryptogames qui l'envahissent! combien s'enthousiasment pour la Rose et n'ont pas un regard pour les microscopiques Champignons qui vivent de ses feuilles! Les Cryptogames semblent se dérober à nos recherches par leur petitesse extrême, par leur habitat et voire même par leur peu d'éclat. Aussi, la plupart des botanistes passent-ils indifférents devant ces végétaux dont Sébastien Vaillant disait : « Ces captieuses Fleurs sans fleur, race maudite, qui semble n'avoir été créée ou inventée que pour en im-

poser aux plus habiles, et désoler entièrement les jeunes Botanistes, lesquels, en étant débarrassés, se trouvent d'abord en état d'entrer tête levée dans le vaste empire de Flore. » Quel attrait, en effet, un botaniste peut-il trouver à l'étude de ces Mousses, de ces Fougères, ou à celle de ces Algues,



Fig. 20. — *Marchantia polymorpha* (Hépatiques).

de ces Lichens, de ces moisissures et même de ces Champignons dont les meilleurs ne peuvent être utilisés par la crainte qu'on a de les confondre avec leurs congénères vénéneux. Aussi les Cryptogames ont-elles été longtemps ignorées et, depuis qu'elles ne le sont plus, sont-elles restées dans le plus grand discrédit : à peine leur fit-on une place dans la classification. Quatre ou cinq genres leur étaient attribués ; la Phanérogamie accaparait presque toutes les faveurs des savants et du public.

On peut s'en convaincre en suivant l'histoire du développement de la Cryptogamie.

Aristote, Phanias, Théophraste.
Césalpin, J. Bauhin, Spiegel, Barrelier, Ray, Breyn, Plumier, Marchant, Pétiver, Sébastien Vaillant, Micheli.
Dillenius, Schmiedel, Ginnani, Peyssonnel, Hill, Ellis, Baster, Targioni-Tozetti, Gmelin, Maratti, Borkhausen, etc.
Modernes et contemporains.

BRANCHES DE LA BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE

Toute plante, qu'elle soit Cryptogame ou Phanérogame, doit, pour être étudiée d'une manière complète, être envisagée successivement à quatre points de vue différents :

1° On doit l'examiner dans tous ses détails de forme, de structure et dans ses variations morphologiques, afin de pouvoir arriver à la décrire de telle façon que chacun puisse la reconnaître : *Botanique descriptive.*

2° On doit rechercher quelles sont les fonctions diverses remplies par les organes, les appareils et les tissus étudiés précédemment, voir quelles peuvent être les déviations de ses fonctions et quels moyens pourraient être employés pour rétablir leur marche naturelle : *Botanique physiologique.*

3° On doit, se servant des connaissances déjà acquises, tenter de trouver la place qu'une plante occupe parmi celles déjà connues et rangées dans les cadres de la classification : *Botanique systématique.*

4° Enfin on doit rechercher à quoi chaque plante peut être utilisée pour le bien de chacun en particulier et le bien-être de tous en général : *Botanique appliquée.* C'est la partie pratique, c'est le but utilitaire vers lequel convergent

toutes les autres études. Rien d'inutile ne se fait. Le travail est une force, et la force ne se perd pas. Seul l'ignorant peut admettre qu'un travail peut ne servir à rien. Il est vrai que, souvent, le savant défriche le terrain de la Science sans trop savoir où il va; mais un jour ses découvertes, complétées et fécondées par d'autres, se trouvent utilisées au moment où il y pense le moins. Notre cours justifiera ces allégations.

Prise séparément, chacune de ces branches de la Botanique est un vaste champ à parcourir, comme on va pouvoir en juger par le détail qui va suivre ; aussi la plupart du temps, ne pouvant tout étudier à fond, les savants se parquent-ils dans l'une ou dans l'autre suivant leurs aptitudes naturelles, celui-ci faisant de la Botanique descriptive, celui-là des Classifications, cet autre de la Botanique physiologique, et enfin, ce dernier, des Applications. Il serait désirable que les botanistes qui se partagent ainsi l'histoire du Règne végétal, au lieu de former des écoles ennemies cherchant, par tous les moyens possibles, à faire triompher l'une quelconque de ces parties aux dépens des autres, comprissent qu'ils doivent s'unir pour le bien de la Science et former un seul et unique faisceau de lumière. Qu'à certaines époques un courant se fasse au profit de l'une ou l'autre de ces branches, cela est dans la nature des choses; que les savants naturalistes qui représentent l'étude momentanément en honneur soient fiers de voir le progrès se faire dans le sens qui leur plaît, cela se conçoit; mais ils ne doivent pas se griser de leurs succès jusqu'à oublier que, prises séparément, leurs études, quelque brillantes qu'elles puissent être, resteront nécessairement incomplètes, si elles ne sont fécondées par les travaux qui se font dans les trois autres branches.

Si nous enseignions la Botanique phanérogamique, nous

nous contenterions de l'exposé qui précède; mais, en Botanique cryptogamique, il n'en est plus de même : il est certaines des branches sur lesquelles il est utile de fixer l'attention à cause de l'intérêt tout particulier qu'elles présentent pour nous. Au reste, cela nous permettra de dégager certaines notions générales indispensables pour la suite.

A. — Botanique cryptogamique descriptive. ou Cryptogamie descriptive.

Définition. Division en branches d'études secondaires.

a. ORGANOGRAPHIE. **Définition; exemples.**
b. GLOSSOLOGIE ou TECHNOLOGIE, **Définition; exemples. Son utilité, son importance, mode de formation des mots; exemple : le mot spore, etc. Défauts de la glossologie ; causes de ces défauts, difficulté d'y remédier.**
c. MORPHOLOGIE. **Définition; exemples.**
d. TÉRATOLOGIE. **Son importance relative.**
e. PHYTOTOMIE et HISTOLOGIE VÉGÉTALE.

B. — Botanique cryptogamique physiologique. ou Cryptogamie physiologique.

Définition, division en branches d'études secondaires.

a. PHYSIOLOGIE. **Définition; exemples.**
b. ORGANOGÉNIE **Définition : exemples. Développement des cellules et des tissus; Amphigènes et Acrogènes. Développement comparatif des spores de Champignons, d'Algues, de Mousses, de Fougères. Protonema et Prothallium.**
c. ÉPIRRÉOLOGIE (επιρρόν, *influxus*, ou επιρρέω, *increpo*).

Toute plante emprunte aux milieux qui l'entourent les aliments nécessaires à sa nutrition. Ces aliments, tirés du

sol, de l'air et de l'eau, sont des principes minéraux, de nature diverse, qu'elle approprie à ses besoins. Mais il ne suffit pas que la plante soit mise en rapport avec les aliments, il faut qu'elle puisse agir sur eux pour les changer en sa propre substance, en un mot pour se les assimiler. Les *agents* qui sont chargés de l'impressionner pour l'amener à ce but sont : la chaleur, la lumière, l'électricité. C'est par leur influx sur le protoplasma que ces forces déterminent l'accomplissement des fonctions.

La Vie de la plante n'est donc que le résultat de l'action du protoplasma, influencé par les agents physiques impondérables, sur les éléments chimiques des milieux où elle se trouve.

D'où il ressort clairement que la plante ne peut vivre que si les trois conditions suivantes sont remplies :

1° Le protoplasma devra être intact.

2° Les milieux contiendront tous les éléments nécessaires.

3° Les milieux présenteront les conditions de chaleur, de lumière et d'électricité indispensables.

L'épirréologie serait une science facile si le protoplasma végétal était un et ne présentait jamais que les mêmes besoins. Mais chaque espèce végétale possède un protoplasma spécial qui demande des aliments particuliers, variant de qualité et de quantité, et exigeant pour vivre des sommes différentes de chaleur, de lumière et d'électricité. Ainsi le protoplasma des Algues est aquatique, tandis que le protoplasma des Fougères s'accorderait peu de se voir complètement submergé. Le protoplasma fungique n'a nul besoin de la lumière, il la fuit plutôt ; il tire sa nourriture d'un sol organisé, c'est-à-dire qu'à l'instar des animaux il ne vit que de matière organique vivante ou ayant vécu : il est saprophyte ou parasite. Les protoplasmas des autres Cryptogames

exigent de la lumière et mourraient de faim près des aliments recherchés par les Champignons. Chaque groupe contient des plantes dont les appétits généraux varient, mais encore que de différences entre les espèces qui composent ces groupes! que d'exigences diverses! L'épirréologie doit rechercher non seulement les conditions générales de la vie des plantes, mais aussi les conditions spéciales exigées par chaque espèce.

Quand un végétal trouve réunies en un lieu toutes les conditions qui lui plaisent, il y croît et s'y développe *à l'état spontané*, c'est-à-dire que ses germes se perpétuent d'eux-mêmes sans qu'il soit besoin de l'intervention de l'homme pour en amener la multiplication; il tend à s'étendre; la concurrence qu'il est obligé de soutenir avec des végétaux rivaux peut seule entraver ses tendances à l'envahissement et limiter son aire de dispersion. La *lutte pour l'existence* s'établit dans ces conditions, et c'est le plus tenace qui l'emporte, chassant les plus faibles du terrain, qui devient le sien par droit de conquête. Si le végétal *spontané* est reconnu utile ou utilisable, l'homme intervient, le reconnaît maître du terrain, s'il est le plus fort; s'il est le plus faible, il le soutient et l'aide, il le débarrasse des commensaux qui tenteraient de l'inquiéter et de partager ses provisions alimentaires. C'est cela qu'on nomme la *Culture*. On comprend qu'il faut, pour que la culture puisse se faire dans des conditions avantageuses de rapport, que l'homme connaisse parfaitement les besoins de la plante qu'il veut cultiver; à cette seule condition, il pourra non seulement lui servir les aliments nécessaires, mais encore lui procurer les agents physiques indispensables ou même simplement utiles. L'agriculture, l'arboriculture, l'horticulture ont pour base l'étude de l'épirréologie. A l'exception des Fougères, on cultive peu

les Cryptogames, parce qu'il est difficile de bien se rendre compte des habitudes de ces êtres; toutefois il ne faut pas oublier les cultures du Champignon de couche (*Agaricus campestris*) et celle de la Truffe, sources d'un grand revenu pour ceux qui s'y livrent en appliquant les données scientifiques qui sont passées dans la pratique. Malheureusement, comme nous le répéterons bientôt, la *Fongiculture* n'est encore qu'un art tout à fait dans l'enfance.

On a remarqué que l'agent qui a le plus de puissance sur le protoplasma, et partant sur les plantes, est la chaleur; on s'est, en conséquence, attaché à savoir quelle somme de chaleur était nécessaire à tel ou tel végétal pour vivre et pour prospérer. On a tracé sur la carte des lignes passant par les points du globe où les moyennes de température sont les mêmes; et d'autres par les points où les températures extrêmes sont semblables. Mais la température n'est pas seule à considérer; il faut tenir compte également de l'humidité, de la sécheresse, de l'altitude, de l'état électrique, des vents, etc., etc. Lorsque, pour un lieu, on est renseigné sur toutes ces questions, on peut dire que l'on connaît son *climat*. Si l'on recherche les rapports des plantes avec les conditions climatériques, on fait de la *Climatologie*, et si l'on étudie la végétation des différents pays au point de vue de la climatologie, c'est-à-dire si l'on recherche les lois de la distribution des plantes à la surface du globe, on fait de la *Géographie botanique*. Les connaissances qui ressortent de ces études sont d'une grande importance. Étant donnés deux pays dans lesquels les climats sont sensiblement les mêmes, il est permis d'affirmer qu'une plante spontanée dans l'un se trouvera merveilleusement dans l'autre : elle y sera bientôt comme chez elle. Cela s'appelle *naturaliser* une plante, faire de la *naturalisation*.

Jusqu'ici, toutes les données de l'épirréologie ont amené à des conclusions qui sont adoptées de tous les savants; il n'en est pas de même des suivantes, qui partagent les botanistes en deux camps.

Un protoplasma qui ne trouve pas dans les milieux la nourriture qu'il aime, ni la quantité ni la qualité d'influx calorique, lumineux ou électrique qui lui sont nécessaires, peut se conduire de deux manières :

1° S'il est difficile, il languit, tombe malade et finit par mourir. Tel est le *Pteris aquilina*, qui exige des terrains siliceux; telles sont ces Diatomées d'eau douce que tue l'eau de mer et qui succombent à l'embouchure des fleuves en si grandes quantités, qu'elles les enlizent; tel est, enfin, l'*Adiantum pedatum*, qui ne résiste pas à nos hivers, etc., etc.

2° Ou bien le protoplasma est moins exigeant; et alors il souffre des nouvelles conditions qu'on lui fait, il peut même souffrir beaucoup et languir, mais il ne meurt pas; il continue à se nourrir, tant bien que mal, et se reproduit. Ses descendants seront moins difficiles; ils se feront mieux à la situation, et, après quelques générations, un peu changés dans leurs formes, ils se seront habitués à leur nouveau genre d'existence. Cette *acclimatation* est même, dans certains cas, si bien réalisée, que, si on les transportait dans leur climat d'origine, ils feraient une nouvelle maladie pour reprendre les habitudes de leurs ancêtres. Ces faits sont assez évidents pour être admis de quiconque a expérimenté. Néanmoins les botanistes convaincus de leur exactitude se divisent sur les conclusions qu'on en peut tirer : l'*acclimatement* et le *transformisme.*

Si certaines plantes d'humeur plus accommodante peuvent s'adapter, dans une certaine mesure, à des changements de

milieux et s'habituer à des actions nouvelles des agents physiques, elles peuvent, comme l'on dit, *s'acclimater*. Il est donc rationnel pour les horticulteurs de tenter de faire vivre les plantes dans des conditions autres que celles auxquelles elles sont habituées; il en résulte des changements dans la forme, dans le port, la couleur, etc..., et l'on a, par ce fait, des plantes nouvelles, qui peuvent être aussi instructives pour le physiologiste que productives pour le commerçant. On obtient ainsi des races ou des espèces (?) nouvelles par la simple action des milieux sur un type connu. On voit donc, par là, en quoi l'acclimatation diffère de la naturalisation; dans l'acclimatation, on force la plante à se plier à des habitudes qu'elle n'avait pas; dans la naturalisation, on la change de pays, mais on lui conserve ses habitudes.

Cfr. de Candolle (Alp.), Schubeleer, Haberlandt, Regel, Carrière, Verlot, Hooker (J.-D.), Watson, Morren (Ed.).

Si l'on admet qu'une plante puisse s'acclimater en modifiant son protoplasma, en transformant ses organes de manière à les mettre en rapport avec les conditions qu'on lui impose, et cela avec assez de persistance pour que les classificateurs se croient forcés de donner un nom nouveau à la plante produite, c'est reconnaître que l'espèce peut se transformer. L'espèce, quant au signalement qu'en donnent les botanistes, ne serait-elle donc, comme le veut M. Morren, « qu'un accident local et momentané, une pâte plastique, qui se modèle suivant les circonstances par l'influence des causes extérieures physico-chimiques? » Admettre ces déductions, ce serait admettre le *transformisme*. Les PRINCIPES s'opposent à l'adoption de cette théorie; on défend encore l'immutabilité de l'espèce; on admet que les espèces qui existent aujourd'hui ont toutes été créées par un Être supérieur

qui leur a donné, dès le commencement des choses, des caractères fixes, immuables, qu'il leur est impossible de changer. Pour ceux qui croient à ces principes, le transformisme est une rêverie philosophique dont il faut se garder. Lorsque, dans un instant, nous consulterons la paléontologie, nous verrons si les Cryptogames, des premiers âges de la Terre, peuvent nous renseigner sur cette question si hautement intéressante.

d. **PATHOLOGIE ou NOSOLOGIE. Définition.**
e. **THÉRAPEUTIQUE. Définition.**

C. — Botanique cryptogamique systématique. ou Cryptogamie systématique.

Définition : sous-branches d'études qu'elle comporte.

a. **PHYTOGRAPHIE. Définition. Réforme linnéenne.**
b. **NOMENCLATURE. Définition. Des synonymes, raison de leur multiplicité.**
c. **TAXONOMIE ou mieux TAXINOMIE (τάξις, rangement; νόμος, loi). C'est la classification.**

Toutes connaissances acquises par les études de cryptogamie descriptive ou physiologique sont utilisées pour ranger les objets étudiés, chacune fournissant des caractères qui servent à les réunir ou à les séparer. Le classement ou classification varie selon l'esprit du classificateur, suivant aussi la méthode qu'il emploie.

1° Certains botanistes ont des tendances à diviser, subdiviser, rediviser encore; d'autres, au contraire, s'efforcent de réunir sans cesse et de réunir toujours. Tel, par exemple, ne verra qu'une quinzaine d'espèces dans un genre où d'au-

tres en trouveront cinq cents. Les personnes étrangères aux sciences ne peuvent rien comprendre à ces différentes appréciations; quant aux savants, ils prennent trop à cœur et se passionnent beaucoup trop, suivant nous, pour ces questions. Certes elles sont intéressantes, mais leur moindre défaut est de faire perdre un temps précieux en discussions stériles qui n'amènent la conviction ni chez l'un ni chez l'autre des deux contradicteurs. On est naturellement réducteur ou multiplicateur d'espèces. Nous avouons que nous nous rangeons volontiers dans le groupe des réducteurs car nous ne comprenons pas quel avantage on peut avoir à multiplier les espèces. Il faudrait s'entendre, avant tout, sur les caractères qui doivent se rencontrer réunis pour entraîner la déclaration d'utilité d'une espèce ou d'un genre. Mais, jusqu'ici, tout est encore laissé à l'arbitraire : tel botaniste fera une espèce sur un caractère que tel autre déclarera de nulle valeur et *vice versa*. Et, chose bien plus regrettable pour la Science, certains savants font des espèces sans connaître leurs caractères principaux ; puis, quand on a été mis à même de mieux les étudier, il se trouve que l'on se voit brusquement transporté vers une famille fort éloignée, dans laquelle souvent l'espèce qu'on a en vue et que l'on prétend nouvelle, existe depuis bien longtemps, sous une autre dénomination. Cela se passe en Cryptogamie comme en Phanérogamie. Les savants devraient bien s'appliquer à ne pas créer ces difficultés. Il est sage, croyons-nous, de faire le moins possible d'espèces nouvelles, et de ne les faire jamais qu'à bon escient et *comme contraint et forcé* par l'évidence des caractères; autrement on prépare aux travailleurs de l'avenir d'énormes pertes de temps, car cette fausse espèce une fois publiée ne peut se détruire, et dans tous les pays, pendant

des siècles, on discutera pour savoir si elle a existé ou si elle existe encore.

2° Les classifications varient suivant la méthode employée, d'où il ressort qu'il ne faut pas confondre ces deux mots : méthode et classification, dont on se sert trop souvent comme synonymes. *La méthode est la manière de faire, la classification est le résultat de l'opération.* Il y a deux façons d'opérer : ou bien l'on ne prend qu'un caractère, ou seulement quelques-uns, ou bien, au contraire, on les prend tous (?), et on les combine les uns avec les autres, de façon à rapprocher les plantes qui présentent le plus de caractères communs, et, par contre, à éloigner celles qui ont le plus de caractères différents. La première manière de faire est dite *méthode artificielle;* elle ne donne, et n'a l'intention de donner, que des *classifications artificielles;* elle ne peut fournir autre chose; au cas où elle ne prend qu'un seul caractère, elle se nomme système : tel est le *système sexuel de Linné.* La seconde méthode est appelée *méthode naturelle;* elle a l'intention d'arriver à donner une *classification naturelle;* mais jusqu'ici elle n'a produit que des classifications plus ou moins artificielles, ce qui se conçoit, puisque, d'une part, on ne connaît pas toutes les plantes à ranger, et que, d'autre part, on ignore souvent les caractères complets de celles qu'on a essayé de classer.

La classification naturelle a la prétention de retracer le *plan de la nature;* mais ce plan existe-t-il? Nous avons déjà eu l'occasion de répondre ailleurs que [1] :

1° Si, comme on semble l'avoir fait jusqu'à ce jour,

1. Marchand (L.), *Des classifications et des méthodes en botanique* (*Ann. Soc. Linn. de Maine-et-Loire*, 1868, X, p. 37 et suiv. Tirage à part, 1867, p. 84 et suiv.)

l'on entend par *plan de la nature* une sorte de casier à compartiments remplis par des espèces ; si l'on admet que ce casier a toujours été le même depuis la création, et qu'il restera tel jusqu'à la fin des siècles; si enfin l'on croit que ses compartiments sont en nombre limité, restreint, que les espèces qui les remplissent sont fixes et invariables, qu'aucune ne peut disparaître et qu'aucune ne peut se produire, nous ne pensons pas qu'un tel plan puisse exister. L'observation d'une part, le raisonnement de l'autre, démontrent la mutabilité des espèces, la disparition de certaines d'entre elles, existant autrefois, et l'apparition probable de certaines autres qui n'existaient pas. Ne cherchons donc plus par des efforts inutiles, par des tentatives superflues, à retracer ce plan dans une classification.

2° Que si, au contraire, l'on regarde le plan comme l'ensemble des effets de la force qui crée les êtres, les maintient et les détruit, on peut admettre qu'il existe. Mais dès lors on aura, par l'action constante de la cause, la succession des êtres sur le globe, et, par la variabilité d'action de cette cause, on s'expliquera les modifications de ces mêmes êtres. — En saisissant les rapports de cause à effet, l'esprit peut en tirer des conséquences : ces conséquences sont ce que nous appelons des LOIS DE LA NATURE. On conçoit dès lors que, par induction, l'homme puisse chercher à appliquer aux phénomènes futurs ces lois déduites de la considération des phénomènes passés ; mais il ne peut le faire que dans les limites de son horizon borné, en se retranchant derrière un conditionnel qui résume toute son impuissance.

Est-il possible de construire ce plan infini que nous admettons ? Si nous nous sommes bien fait comprendre, on répondra : non, car la classification parfaite est impossible ; elle ne pourrait être tentée que le jour où la force épuisée s'arrê-

terait ! Cette classification, s'appuyant sur la connaissance exacte de tous les êtres ayant vécu depuis l'origine du globe, les saisirait dans leur enchevêtrement, dans leurs rapports ; alors les séries complétées présenteraient une union, un enchaînement, une liaison par passages insensibles qui feraient de ce Règne végétal un tout parfaitement homogène, où la moindre séparation serait artificielle et arbitraire. Voilà comment nous pouvons nous figurer une classification parfaite ; mais, nous le répétons, cette classification est impossible à faire pour l'instant, car, la force agissant toujours et créant sans relâche, elle ne serait plus vraie le lendemain du jour où elle serait formulée : c'est un problème toujours posé et qui ne sera jamais résolu. La science botanique est comme toutes les autres : infinie comme la force ; l'homme tend sans cesse à la perfectionner, mais ce but, dont il se rapproche insensiblement, fuit devant lui et, sans cesse aussi, se dérobe à son étreinte.

De ce que nous ne pouvons retracer la CLASSIFICATION PARFAITE, s'ensuit-il que nous ne devions pas tenter de ranger les plantes qui croissent autour de nous ? Sans vouloir régler ce qui sera dans la suite des siècles, sans prétendre donner un arrangement déterminé des plantes qui ont été, sont et seront ; en un mot, sans vouloir faire de l'immuable quand tout change autour de nous, réduisons nos prétentions à bien connaître les plantes qui ont existé et celles qui existent de nos jours ; nos successeurs s'occuperont de celles qui apparaîtront désormais. Cherchons à faire mieux que nos prédécesseurs si c'est possible, et espérons que nos descendants feront mieux que nous. N'oublions pas que, plus que tout le reste, la Science est perfectible.

La classification que nous pouvons donner peut-elle être naturelle, quoique le plan de la nature soit variable d'ins-

tant en instant? Nous le pensons ainsi. Que nous importe, en effet, cette variabilité?... Saisissons un de ces instants, et tâchons de retracer ce que nous voyons; si la peinture est exacte et fidèle, le tableau que nous aurons obtenu sera naturel, c'est tout ce que nous devons chercher. C'est pour n'avoir pas voulu s'astreindre à copier la nature, c'est pour s'être obstiné à tout généraliser et à réglementer pour jamais, que l'on n'a fait le plus souvent que des tableaux de fantaisie, qui ne ressemblent pas à l'original.

Comment comprendre cette *classification naturelle*, qui n'est pas la *classification parfaite?* Comme une de ses parties, car cette classification, retraçant une des époques de la nature sera, si elle est bien faite, un des aspects de cette classification parfaite dont nous parlions tout à l'heure; mais, au lieu d'avoir ce tout complet parfaitement uni, parfaitement soudé en une seule masse homogène, ce ne sera qu'un ensemble de fragments dispersés. C'est une vaste et splendide mosaïque en voie d'exécution, dont certaines parties ont déjà été détruites par le temps, tandis que les autres sont éparses de tous côtés. Le naturaliste a mission de rechercher ces fragments et d'en composer un ensemble naturel, en se servant, pour les réunir, des caractères extérieurs arbitraires de peu de valeur, tels que la taille, la forme, la couleur, etc., etc. Ces arrangements donnent des groupements artificiels. Avec de la patience, par l'analyse, par une étude approfondie de toutes les parties, on peut arriver à des agencements plus naturels. Une chose servira surtout: c'est la considération que ces morceaux forment des fragments parfaitement limités par des espaces vides, qui font des lignes de démarcation, des séparations; cela simplifie le travail en le décomposant,

en le divisant; on peut ainsi arriver à reconstruire un lambeau assez grand par l'examen des diverses pièces, en les rapprochant suivant leurs degrés de ressemblance, en les éloignant, au contraire, d'après leurs différences. Ces premiers groupes obtenus, on agit pour eux comme on avait fait pour les pièces isolées, et l'on forme des fragments d'une plus vaste étendue. En suivant la même méthode, on finira par rétablir en place tous les objets. La mosaïque sera restaurée. Et, s'il reste certains espaces libres, on peut affirmer ou bien que ces vides étaient occupés par des morceaux déjà disparus, ou bien qu'ils seront comblés par des portions qui se trouveront plus tard.

Le botaniste fera de même pour ses plantes : il pourra les disposer dans un ordre tout à fait artificiel, ou bien il tentera de les ranger dans un ordre naturel, c'est-à-dire dans un ordre tel que chaque plante occupe bien sa position réelle. Pour cela, sans s'inquiéter de ce qu'ils ont été ou de ce qu'ils deviendront, il réunira les *Individus* pour faire un groupe qu'il appellera *Espèce;* les espèces donneront un lambeau qu'il nommera *Genre;* avec plusieurs genres il formera une *Famille*, avec plusieurs familles une *Classe;* il arrivera ainsi à restaurer cette mosaïque végétale. Ici encore, il y aura certains espaces qui resteront vides, certaines espèces, certains genres, certaines familles même étant encore ignorées ou ayant été détruites.

Jusqu'ici, les botanistes n'ont trouvé ni la classification parfaite, ni même la classification naturelle imparfaite; c'est à peine si l'on est en droit de dire que celle qui prend ce titre est un peu moins artificielle que les autres, et encore cet avantage est-il bien compensé, pour les débutants surtout, par la difficulté extrême qu'ils rencontrent pour s'y reconnaître. C'est pour cela qu'on a inventé la classification

par la *méthode dichotomique*. Artificielle plus que toute autre mais, par cela même, d'un usage plus commode et qui conduit, en mettant successivement en saillie les caractères différentiels les plus marquants, à l'espèce que l'on cherche, elle ouvre la porte du sanctuaire à plus d'un passant; c'est ce qui lui valut, peut-être, le nom de *clef analytique*. Elle est pour la botanique d'un secours aussi puissant que le sont pour s'y reconnaître, sur une carte de géographie, les carrés tracés par les méridiens et les lignes de latitude. Elle simplifie la Science; elle permet à un grand nombre de s'en approcher sans être rebutés par les difficultés que présente la classification naturelle; elle a droit à tous nos égards. Au reste, on semble l'avoir compris de tout temps, dans toutes les classifications, les grandes divisions se ramènent au système dichotomique. Lamarck n'a eu qu'à généraliser la méthode et à l'appliquer à la détermination des genres et des espèces, comme on le fait pour les groupes plus élevés. Nous aurons souvent recours à cette méthode pour tracer nos tableaux.

La Cryptogamie, pas plus que la Phanérogamie, n'a de classification parfaite; nous essayerons de trouver celle qui se rapproche le plus d'elle; mais nous ne devons pas nous dissimuler que l'entreprise est difficile. Ce qui surtout sera pour nous un embarras, ce sera le nombre des classifications déjà proposées. En effet, non seulement on a essayé bien des fois de ranger, les uns par rapport aux autres, les grands groupes que nous avons reconnus, mais chaque groupe a été lui-même vingt fois classifié, chaque auteur remaniant, celui-ci les Algues, celui-là les Champignons, cet autre les Mousses ou bien les Fougères, etc. Nous ferons tous nos efforts pour ne point augmenter de la nôtre toutes ces classifications; nous essayerons, au contraire, d'établir pour

chaque groupe la concordance des vues des divers spécialistes. Nous allons, nous aidant des connaissances acquises par l'étude que nous venons de faire des différentes branches de la Botanique cryptogamique, essayer de ranger les groupes de premier ordre. Nous classerons plus tard les sous-groupes que nous trouverons dans chacun d'eux.

Une première question se pose ici : devons-nous tenter cet agencement? Payer, dans son *Traité de Cryptogamie*, comparant les Monocotylédones et les Dicotylédones aux deux grands continents, fait des Cryptogames une *Océanie végétale*, dans laquelle chaque groupe formerait un îlot séparé de son voisin par une étendue de mer plus ou moins considérable. Cette ingénieuse comparaison pouvait sembler vraie il y a trente ans (1850), mais elle ne l'est plus aujourd'hui, et chose curieuse, c'est Payer qui, le premier, par une contradiction singulière, a tenté de démontrer, quelques lignes plus loin, que des liens naturels devaient réunir ces groupes. A ce propos il gourmandait les savants qui, renfermés dans leurs îlots, travaillaient isolément sans entrer en communication avec leurs voisins. Lui-même il se mettait à la besogne, essayant de leur faire adopter un langage commun à l'aide duquel ils pourraient se comprendre. « J'ai cherché, dit-il, à obvier à ces inconvénients, en adoptant le même nom pour le même organe, quelle que soit la famille à laquelle il appartienne, quelque forme qu'il affecte et en n'ayant égard qu'à son origine et à son mode de développement [1]. » Les recherches modernes, les découvertes de chaque jour ont opéré la réunion. De même, en effet, qu'entre les îles de l'Océanie il se montre, peu à peu, des îlots nouveaux, par soulèvements madré-

1. Payer (J.-B.), *Botanique cryptogamique*, 2e édition, revue par H. Baillon, 1868, préface, p. VII.

poriques, de façon que l'on entrevoit le jour où l'Océanie formera un vaste continent, de même, dans notre

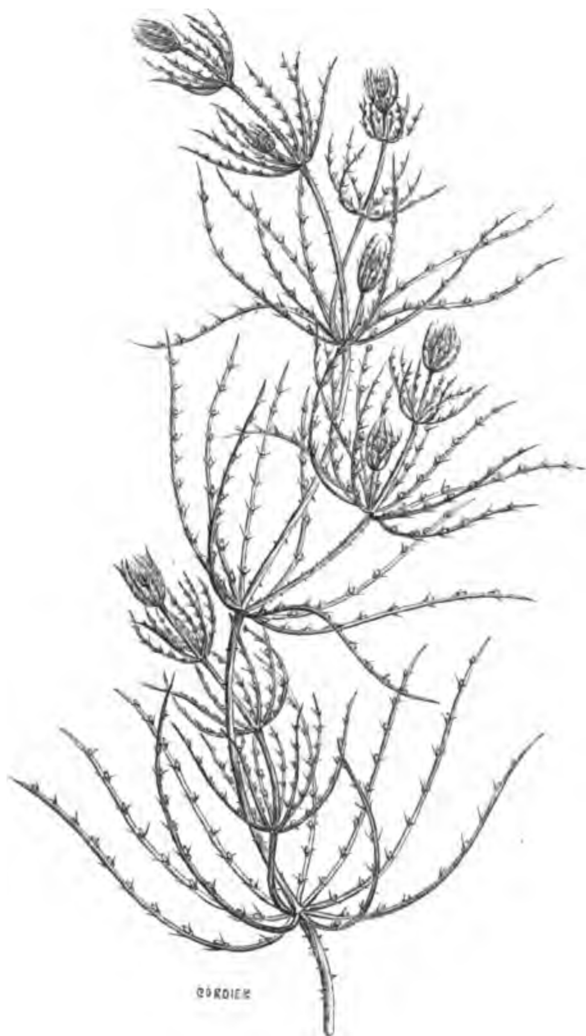


Fig. 21. — *Chara fragilis* (Charagnes).

Océanie végétale, sont apparus des îlots qui réunissent entre eux les groupes anciens, de telle façon que nous

n'avons plus qu'un vaste ensemble qu'il nous faut classer.

Dans quel ordre les groupes seront-ils placés pour que les rapports que nous disons exister entre eux soient le mieux conservés ? La plupart des savants semblent avoir une préférence pour la série linéaire. On parle partout d'échelle et d'échelon supérieur et inférieur ; on avait même inventé une grande échelle organique ; les plantes étaient en bas et les vertébrés tout à fait en haut, avec l'homme couronnant le tout. Mais on a vu que cette échelle unique était irrationnelle, et l'on en a inventé deux, reliées par les échelons inférieurs, à la façon d'une échelle double : l'une serait l'échelle végétale, l'autre l'échelle animale. Ne nous occupons que de cette dernière, et essayons de ranger nos groupes sur les échelons de cette échelle. Il est de toute évidence que l'on nous a réservé les échelons inférieurs, les derniers. Quel est le groupe auquel nous donnerons l'échelon le plus bas ?

Discussion sur la question de préséance des Algues ou des Champignons. Opinions diverses.

Supposons, toutefois, ce premier point réglé, qui prendra place sur l'échelon n° 3 ? les Charagnes (fig. 21) ?

Opinions diverses : Ant.-Laur. de Jussieu, Robert Brown, Ad. Brongniart.

Serons-nous plus heureux pour le choix du groupe auquel on doit nous assigner la place supérieure ? existe-t-il un groupe qui tranche assez par sa supériorité pour que la première place lui revienne de droit ?

Prétentions des Lycopodes, des Rhizocarpes, des Prêles, des Fougères, etc., etc. Raisons invoquées en faveur de la supériorité des unes et des autres.

La classification en une série linéaire unique est donc impossible à établir ; nous sommes, ainsi, naturellement conduits à admettre la classification en séries parallèles, classification parallélique ou classification dans l'espace.

Nous mettons d'abord à la partie inférieure, au même rang, se confondant même par un certain nombre de leurs représentants, les Algues et les Champignons, leur base étant comme enchâssée dans le groupe des protorganisés. Ils se ressemblent, en ce qu'ils n'ont ni prothalle ni protonéma et qu'ils sont amphigènes ; ils diffèrent les uns des autres en ce que les Algues ont de la chlorophylle, tandis que les Champignons n'en ont pas. Les Champignons semblent former une série interrompue qui ne se retrouve avec le caractère atténué de parasitisme que dans les Cytinées, les Balanophorées et les Raflésiacées, familles d'ordre plus élevé. La série des plantes vertes réductrices, commencée par les Algues se continue par les Charagnes, les Hépatiques, les Mousses, plantes à *protonema* qui tentent d'échapper à la vie aquatique : cellulaires comme les Algues, elles sont acrogènes comme toutes celles qui les suivent. Sur le troisième rang, les six autres groupes en cohorte, devenant terrestres, ayant tous un *prothallium* et non un protonéma ; acrogènes, ce qui les rattache au deuxième groupe ; mais vasculaires, ce qui les élève et les fait tendre vers les Phanérogames. Au reste, celles-ci semblent venir puiser leur ressemblance sur ces six types de Cryptogames, ainsi que nous aurons à le faire ressortir plus tard.

Le tableau suivant nous semble bien rendre les rapports des différents groupes les uns avec les autres, et il nous montre la concordance des principales classifications proposées jusqu'à ce jour. En l'étudiant en détail il est facile de se rendre compte de l'enchaînement des séries.

	ACOTYLÉDONÉES				COTYLÉDONÉES
	PROTOPHYTES	NI PROTONEMA NI PROTHALLIUM — Gymnogamées	UN PROTONEMA — Bryogamées et Schistogamées	UN PROTHALLIUM — Prothallagamées	DES COTYLÉDONS — Phanérogamées
ACHLOROPHYLLÉES comburantes, dégagent du carbone.	Ferments. Champignons.	Champignons.	»	»	Parasites.
	Lichens.				
CHLOROPHYLLÉES réductrices, fixent du carbone.	Ferments. Algues.	Algues.	Hépatiques. Mousses. Charagnes.	Rhizocarpes. Isoëtes. Ophioglosses. Fougères. Lycopodes. Prêles.	Gymnospermes Angiospermes.
	Amphigènes.		Acrogènes.		
	Cellulaires.			Vasculaires.	
	CRYPTOGAMES.				PHANÉROGAMES.

Monères.

—

Bathybius.

1° Les Champignons n'ont point de chlorophylle et sont comburants; toutes les autres sont réductrices; les Champignons doivent donc être séparés de toutes les Cryptogames à chlorophylle.

2° Les Algues et les Champignons, renfermant un certain nombre d'espèces aussi réduites que possible, doivent se partager la place inférieure.


Fig. 22. — *Isoëtes lacustris* (Isoëtes).

3° Les Champignons et les Algues sont amphigènes et doivent se côtoyer.

4° Les Charagnes, les Mousses, les Hépatiques sont cellulaires, comme les Champignons et les Algues, et s'en rapprochent plus que les autres groupes.

5° Mais, en même temps, étant acrogènes, comme les Fougères, les Rhizocarpes, les Prêles, les Ophioglosses, les Lycopodes, les Isoëtes, ils sont supérieurs, par ce fait, aux deux premiers groupes.

6° Les Fougères, les Rhizocarpes, les Prêles, les Ophioglosses, les Lycopodes, les Isoëtes (fig. 22), étant acrogènes et vasculaires, présentent une complication qui les place de suite au rang le plus élevé.

7° Les Cryptogames dont les spores reproduisent de suite un végétal semblable à celui dont ils sont sortis sont sur le même rang : Champignons, Algues. Ceux dont les spores produisent un *protonema* se trouvent réunis : Cha-

ragnes, Mousses, Hépatiques. De même les autres groupes qui produisent un *prothallium*.

Cette classification en séries parallèles de beaucoup meilleure que la classification en séries linéaires, ne donne l'idée du plan naturel qu'à la condition de supposer que ces séries se coordonnent les unes par rapport aux autres, non seulement dans tous les sens, sur un plan (*disposition mappaire* [1]), mais bien dans tous les sens, dans l'espace (*disposition cosmique*[2]). Cela est dû au monophylétisme [3], qui, comme nous l'avons dit (p. 68), se prononce de plus en plus à mesure qu'on s'élève dans le Règne végétal. Nous ne pouvons, pour la représentation graphique, que reproduire la disposition mappaire, et pour l'exposition orale nous sommes forcé de suivre la série simple, ce qui n'a aucun inconvénient dès qu'on est pénétré des avertissements que nous venons de donner.

d. PALÉONTOLOGIE (παλαιὸς, **ancien**, ὄντα, **êtres**, γράφειν, **décrire**).

Il y a quelques années à peine, le naturaliste pouvait penser que sa tâche était terminée quand il était arrivé à donner un nom à chaque Cryptogame et qu'il était parvenu à la placer dans un ordre à peu près rationnel, en s'appuyant sur les données fournies par les autres branches de l'étude que nous avons successivement envisagées jusqu'ici. Aujourd'hui, il n'en est plus de même : la Paléontologie, cette science née d'hier [4] et qui a déjà été si féconde en résul-

1. Linné : *Plantæ omnes affinitatem monstrant uti territorium in mappa graphica.*

2. Jussieu (Ad. de), *Dict. univ. d'hist. nat. d'Orbigny*, XII, p. 407. — *Cours élémentaire d'hist. nat.* (Botanique), p. 401.

3. Haeckel (E.), *Origine monogénétique et polygénétique des trois Règnes organiques*, anal. Jules Soury in *Revue intern. des sciences*, III, p. 481.

4. Nous n'ignorons pas que 500 ans avant notre ère, Xénophon de Colophane parlait des débris d'êtres organisés trouvés dans le sol ; nous savons

tats, a démontré que la végétation cryptogamique actuelle n'était composée que de représentants dégénérés d'une végétation antérieure où les prédécesseurs des Cryptogames actuelles formaient des forêts composées de plantes atteignant des dimensions colossales ; ce sont ces forêts qui, ensevelies dans les eaux (ainsi que cela se fait encore de nos jours), ont formé, pour une grande partie du moins, ces vastes bassins de houille qu'on exploite actuellement et dans lesquels on retrouve leurs gigantesques débris. Aussi la paléontologie est-elle une partie intéressante de l'étude des Cryptogames ; elle le devient surtout quand on songe que, seule, elle peut donner la clef de bien des questions d'une haute portée scientifique. C'est surtout pour elle qu'on peut dire avec M. Crépin, « elle a restauré de grandes et magnifiques pages de l'histoire de la Terre ; par la comparaison des formes éteintes avec les formes vivantes et par l'étude de leur succession et de leur distribution dans l'espace et dans le temps, elle a fourni des éléments précieux pour la solution du grand problème de l'origine et de l'évolution de la vie sur le globe [1]... » Nous nous arrêterons donc ici quelques instants, pour indiquer sommairement les régions de l'écorce terrestre dans lesquelles nous aurons par la suite à placer les Cryptogames fossiles, ancêtres de celles que nous possédons.

qu'après lui, Hérodote, Aristote, Théophraste, etc., se montrèrent fort intrigués par ces fossiles ; nous reconnaissons, de même, que, dans une époque bien plus rapprochée de nous, Albert le Grand, Léonard de Vinci, Bernard Palissy, Gesner, Buffon, etc., etc., ont interprété leur production de façons fort diverses, malgré cela nous ne pensons pas qu'on puisse faire remonter l'histoire de la Paléontologie, en tant que science, plus haut que le commencement de ce siècle : J. Lamarck, G. Cuvier, W. Smith, nous en semblent les fondateurs. Encore ajouterons-nous qu'elle ne prit toute son importance et tout son intérêt que depuis 1859, époque à laquelle M. Darwin, par la publication de son livre sur l'*Origine des espèces*, força les savants naturalistes à compulser avec lui les archives de notre planète.

1. Crépin, *Guide du botaniste en Belgique*. 1878.

Tous les savants s'accordent à peu près pour penser que notre planète, en prenant forme, commença par être une masse incandescente lancée dans l'espace, mais retenue dans le système solaire par une force d'attraction qui ne lui permît de s'éloigner qu'à une certaine distance. En roulant sur son axe et tournant, en même temps, autour du soleil qui la retient captive, la boule pâteuse s'aplatit aux deux extrémités de l'axe, là où sont ce que nous appelons les pôles. Emettant dans tous les sens des rayons lumineux et caloriques, elle perdit peu à peu de sa lumière et de sa chaleur, pâlit, s'assombrit, se refroidit et se voila d'abord d'une croûte légère : tel on voit le fer tiré blanc de la forge rougir, s'assombrir, brunir, puis s'éteindre. Cette première croûte refroidie eut à se redissoudre bien des fois, sans doute, mais il vint un instant où elle se maintint, emprisonnant dans son centre un noyau en pleine fusion et toujours bouillonnant. Notre planète s'était éteinte, toutefois il est à croire qu'elle resta longtemps encore à une température prodigieusement élevée. Pendant ce temps, l'atmosphère, composée de particules volatilisées maintenues éloignées les unes des autres, par suite des répulsions développées par la chaleur, se rapprochait au fur et à mesure que le refroidissement s'opérait : la vapeur d'eau se trouvait formée. En tournant avec la Terre, les couches les plus externes de cette atmosphère brûlante se refroidirent elles-mêmes et, entraînées par leur poids, descendirent à la surface du sol; mais, aussitôt volatilisées, elles remontaient. Il se produisit ainsi d'énormes courants incessants, remportant du calorifique pour le perdre, à chaque fois, dans les espaces. On comprend que, peu à peu, le globe, ainsi déchargé de sa chaleur, permit enfin à la vapeur de demeurer sous sa forme; cette concession faite, la vapeur se condensa,

des nuages se formèrent, et un nouveau voile s'étala entre le noyau terrestre et le soleil. Ce voile fut une nouvelle cause de refroidissement, car il interceptait désormais les rayons lumineux à la manière d'un écran. Un jour, la pluie tomba pour se volatiliser sur la surface encore brûlante ; mais ce qui était arrivé pour la vapeur se passa pour la pluie, et bientôt la première goutte se déposa sur le sol, assez refroidi pour ne plus produire d'ébullition. Cette goutte fut suivie de bien d'autres, et la Terre se vit entourée d'eau. Celle-ci, toujours à une haute température, dissolvait les éléments de la couche solide, qui s'épaississait peu à peu en dessous. Le noyau emprisonné sous l'écorce première se refroidissait, et en se refroidissant il se rétractait ; or, comme la nature « a horreur du vide », le noyau ne pouvait se rétracter sans être suivi de l'écorce durcie ; mais celle-ci, devenue trop grande, se plissa, se déprima en certains points, tandis que d'autres restaient en surélévation. A ce moment, les eaux se précipitèrent dans les excavations. Les premières mers étaient formées et les premiers continents émergeaient, les premières chaînes de montagnes se dessinaient. Il nous est permis, grâce à la géologie, de connaître la composition du sol de ces *temps primitifs*. Ils sont formés d'assises de granites, de micachistes, de talchites ; ce sont ces couches qui devinrent le point de départ de toutes les autres.

Toutefois la Terre ne restait pas en repos, et ce qui s'était passé une première fois se reproduisit à des intervalles plus ou moins longs ; l'écorce se pliait et se repliait, les mers étaient déplacées sortant de leur lit inondant, bouleversant, arrachant tout sur leur passage, usant les roches, roulant leurs débris, les réduisant en poussières qui se déposaient au fond de leurs cuvettes dès que le calme était rétabli. On

conçoit qu'avec ces limons et ces sables ont dû être broyés tous les êtres, plantes, animaux qui pouvaient se trouver soit dans les eaux, soit sur les continents. Peu à peu, le globe prit la configuration qu'il a de nos jours. L'atmosphère refroidie se glaça sur le haut des montagnes, et c'est de là que descendirent les fleuves qui vont à la mer; d'autre part, les continents ont des dépressions où se déposèrent les eaux pluviales, et dans ces bassins d'eau douce il se forma, comme au fond des mers, des dépôts en lits, en strates, comme l'on dit, formés par les eaux. C'est ainsi que maintenant on peut compter une série de couches successives qui forment, au-dessus des roches primitives, quatre groupes de terrains d'origine aqueuse, qu'on nomme en les suivant de bas en haut : 1° terrains de transition, 2° terrains secondaires, 3° terrains tertiaires, 4° terrains quaternaires (voir fig. 25). Il en est une autre espèce : ce sont les terrains d'origine ignée. Le craquement de l'écorce a laissé des interstices, et, par ces voies ouvertes, la matière minérale qui bouillonne au centre du globe se précipite, arrive jusqu'au sol, sur lequel elle vomit des roches en fusion; s'arrêtant parfois en chemin, quand le trajet n'est pas assez direct, mais partout sur son passage déposant ses produits, et de plus, remaniant et faisant entrer, de nouveau, en une sorte de fusion secondaire les terrains sédimentaires qu'elle touche et avec eux tout ce qu'ils peuvent contenir (*roches métamorphiques*). Telle est en résumé l'histoire de la vie de notre planète depuis sa naissance jusqu'à nos jours.

Fossiles. — Ce qui a permis le classement des diverses roches dans l'état que nous venons de donner, c'est bien moins la différence de leur nature minérale que la présence de ces débris d'êtres organisés, animaux et végétaux,

enfouis dans les sédiments, surpris par les cataclysmes, qui non seulement ont modifié la configuration et la position respective des mers et des continents, mais qui, en outre, déplacèrent les êtres vivants dans les eaux et sur les terres, changeant ainsi brusquement leurs conditions d'existence.

« Une feuille en automne tombant sur le sol, dans les allées humides des bois, foulée aux pieds, laisse sur le sable ou sur la terre des empreintes ; celles qui tombent sur les eaux gagnent le fond et produisent des empreintes analogues dans le limon des eaux. Si après des siècles ces couches se transforment en roches, on pourra entre les feuillets de celles-ci trouver des empreintes que l'on retrouvera plus tard.

« Telle est la façon dont un grand nombre d'empreintes végétales se sont produites. Que celles-ci proviennent de feuilles, de racines, de tiges, de rameaux, de fleurs, de fruits, elles ont exigé le concours de l'eau et d'éléments minéraux.

« Les plantes aquatiques se sont déposées au fond des eaux où elles croissaient ; les plantes riveraines se sont déposées sur les bords limoneux des cours ; enfin les plantes des lieux secs n'ont pu se conserver que si les eaux les ont saisies sur leur passage pour les ensevelir dans leur vase. Ajoutons que ces trois catégories de plantes ont pu, dans certaines circonstances, être entraînées par les eaux courantes et déposées à des distances plus ou moins considérables, éloignées de leur habitation, soit à l'embouchure des fleuves, soit sur les rivages de la mer.

« L'envasement ou les eaux minéralisantes étant absolument indispensables pour la conservation des végétaux à l'état fossile, il en est résulté que les espèces aquatiques ou riveraines et celles des bas-fonds ont été conservées en plus

grand nombre que celles qui ont vécu dans les lieux secs. Il est probable qu'un très grand nombre ont disparu sans laisser de traces. Si les végétaux de ces deux catégories s'étaient conservés dans une égale proportion, nous trouverions sans aucun doute moins de vides, moins d'interruption dans les cadres toxinomiques des flores fossiles [1]. »

En résumé, l'écorce du globe se trouve formée de cou-

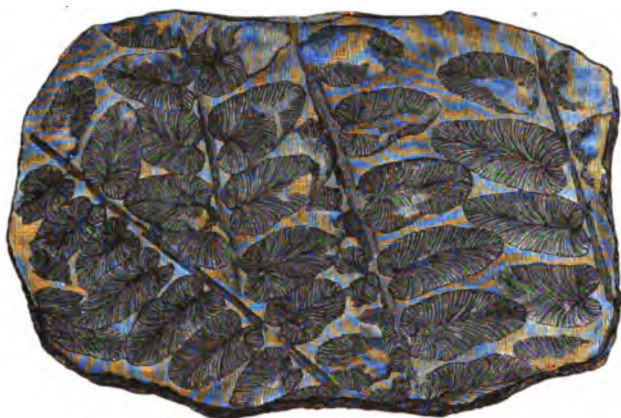


Fig. 23. — *Neoropteris speciosa* (Fougères).

ches qui se superposent et se suivent comme les pages d'un livre. Sur chaque page (fig. 23), les empreintes fossiles en forment comme l'illustration reproduisant la forme, la figure, les dimensions des êtres qui vivaient alors et qui, surpris dans leur vie par les révolutions de la planète, sont restés comme les témoins de ces époques. Le paléontologiste a pour mission de déchiffrer ce livre, et, pour cela, il fait une enquête dans laquelle chaque témoin vient déposer. Quand, par accident, une page a été arrachée et emportée au loin, il la cherche pour la remettre en place ; si, par contre, il lui tombe sous la main une page égarée, fourvoyée au milieu

1. Crépin, *Guide du botaniste belge*, p. 166.

d'autres dont elle n'est ni le début ni la suite, il force pour ainsi dire les fossiles à parler, et par ce moyen il arrive à connaître les raisons de l'accident qui avaient amené le déplacement. C'est ainsi qu'on est arrivé à écrire l'histoire de la Terre ; c'est ainsi qu'on a pu connaître le passé de nos Cryptogames.

Si donc nous ouvrons le livre et que, pour prendre une notion générale de l'histoire que nous voulons retracer, nous en parcourions rapidement les pages, nous constatons que les Cryptogames sont les plantes qui se sont montrées les premières ; pendant longtemps sans doute, elles ont été les seules qui pouvaient exister ; à l'époque où aucun continent n'était émergé, il y a tout lieu de croire que les Algues seules occupaient la masse liquide. Aussi ne rencontre-t-on qu'elles dans les couches laurentiennes. Quand les terres se sont montrées, les défricheurs du sol, les Lichens ont dû apparaître (p. 10), pour préparer l'apparition des plantes qui suivent. Tournons un feuillet, et nous voici tout à fait au commencement de l'âge primaire ou paléozoïque, qui nous montre les Mousses et les Fougères ; tournons une page encore, et nous voici arrivés aux grands jours des Cryptogames (fig. 24) ; nous y sommes en pleine période houillère ; mais, avec elles, se rencontrent justement une partie des ancêtres aussi de ces végétaux, qu'on ne peut s'empêcher de rapprocher d'elles : les Conifères et les Cordaïtées, les Cycadées, etc. Si nous poursuivons, nous voyons les Cryptogames se succéder jusqu'à nos jours, mais en diminuant de taille et d'importance : on sent comme un groupe qui s'éteint et tend à disparaître [1]. Par contre, ils

1. Nous renvoyons au tableau que Ad. Brongniart a donné des végétations aux différentes époques. Nous nous contenterons de citer quelques chiffres seulement. A l'époque carbonifère, sur 500 fossiles, 352 étaient fournis par les Fougères, les Lycopodes, les Prêles, 135 par les Gymnospermes, pas une

sont remplacés peu à peu par les Dicotylédones, qui, à l'époque actuelle, semblent être dans leur puissance ; quant aux Gymnospermes et aux Monocolytédones, ils paraissent être désignés pour suivre les Cryptogames dans leur disparition.

M. Haeckel professe une opinion [1] qui ne diffère que par



Fig. 24. — *Lepidodendron gracile* (Lycopodes).

des détails de celles que nous venons d'esposer, et il est appuyé de l'autorité de M. Ch. Martins [2]. Au reste, il est curieux, comme preuves, de rapprocher le tableau que donne la paléontologie de celui auquel nous sommes arrivés

Dicotylédone, 15 Monocotylédones très douteuses ; à l'époque miocène, il n'y a plus que 33 Cryptogames, 40 Gymnospermes et 143 Dicotylédones. Les noms d'espèces ont pu varier depuis que cet article a été écrit, mais la considération générale ne change pas (Voyez Brongniart (Ad.), *Dict. hist. nat.* d'Orbigny, article VÉGÉT. FOSSILES).

1. Cependant les Algues marines ont paru les premières, les Mousses et les Champignons à l'époque dévonienne avec les Fougères et les Lycopodes. Pendant la période houillère, les Conifères et les Cycadées se sont réunis aux deux classes précédentes. L'apparition des Monocotylédones ne remonte qu'à la période jurassique ; celle des Dicotylédones est contemporaine de la craie ; et dans cette division les plantes dont la fleur n'est entourée que d'une seule enveloppe ont précédé celles qui ont deux enveloppes florales. (Haeckel, *Histoire nat. de la création*, 1870 ; analyse in *Bull. Soc. bot. de France*, XVIII, 1871, Bibl. p. 33)

2. Martins (Ch.), *Revue des Deux-Mondes*, 15 décembre 1871.

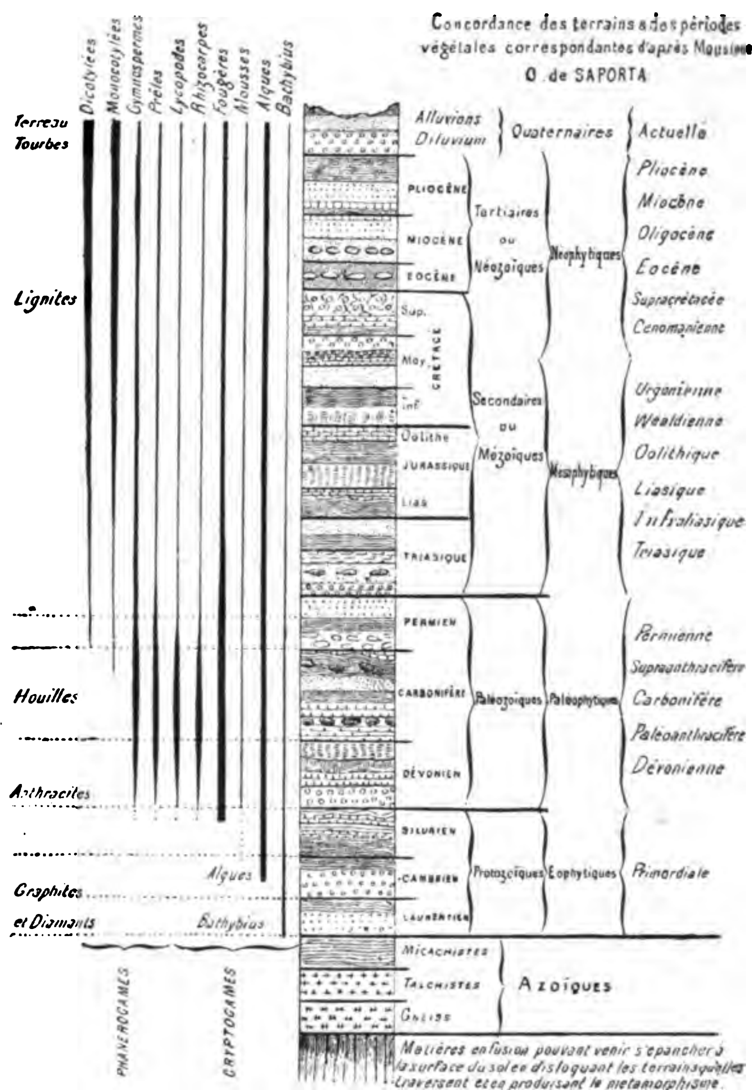
par l'examen de tous les autres caractères ; on les voit se correspondre presque termes à termes ; — laurentin : Algues ; — dévonien : Hépatiques, Mousses, commencement des Fougères ; — Carbonifère : Fougères, Lycopodes, Prêles, Rhizocarpes (fig. 25).

D. — Botanique cryptogamique appliquée ou cryptogamie appliquée.

Nous n'avons à traiter ici que des applications de la Cryptogamie dans ses rapports avec les sciences médico-pharmaceutiques. Quoique enserrée dans ces limites, l'étude des Cryptogames offre encore un grand intérêt, comme on peut s'en convaincre par le simple exposé suivant, dont tout notre cours ne sera que le développement.

Nous divisons ces applications en deux sections. Nous plaçons dans la première toutes celles qui intéressent le pharmacien dans l'exercice de sa profession : ce sont les *applications directes ;* nous plaçons dans la seconde celles qui intéressent le pharmacien en tant que naturaliste et savant : ce sont les *applications indirectes.*

A. Applications directes. — Étant donné cet ennemi, la maladie, le médecin et le pharmacien se liguent contre lui : le médecin l'observe, en démêle les embûches, tire les plans, dirige la défense ; le pharmacien fournit les moyens de combat, les médicaments, et répond de leur action, de leur pureté, sinon de leur efficacité. L'un pense, l'autre agit, l'un est la tête, l'autre est le bras ; si le pharmacien ne peut rien sans le médecin, celui-ci ne peut rien s'il n'a l'aide du pharmacien. Le sens commun l'a si bien compris, qu'en cas d'erreur la loi les fait solidaires : le médecin a le droit d'ordonnance, le pharmacien celui de contrôle. En vain voudra-t-on subalterniser l'un des deux, ils sont égaux ; toute



COUPE SCHÉMATIQUE DE L'ÉCORCE TERRESTRE

montrant l'importance relative du groupe des Cryptogames aux premiers âges de la terre

Fig. 25.

querelle de préséance rappelle la fable « des membres et l'estomac ». Médecin pratiquant, c'est ainsi, du moins, que j'ai compris le rôle du pharmacien; plus tard, pharmacien pratiquant, c'est ainsi que j'ai compris le rôle du médecin.

Les médicaments sont donc les armes que le pharmacien fournit au médecin pour le combat contre la maladie; pour être d'une portée certaine, ces médicaments doivent être purs et inaltérés. Les Cryptogames intéressent le pharmacien à deux points de vue, car il y a des Cryptogames *utiles*, en ce qu'elles sont elles-mêmes des médicaments, et il y a des Cryptogames *nuisibles*, parce que certaines sont des causes d'altération des produits pharmaceutiques.

1° *Cryptogames utiles.* — Je ne cite que les principales. Les Champignons nous donnent le Seigle ergoté, si précieux comme excitant utérin, soit qu'on l'emploie pour expulser l'enfant ou hâter la délivrance, soit qu'on l'utilise pour arrêter les hémorrhagies; l'Agaric blanc (*Polyporus officinalis*), qui est purgatif, mais aussi employé contre les sueurs profuses des phthisiques; l'*Amadou*, autre Polyporée qui ne sert plus guère que comme hémostatique mécanique; le *Polyporus anthelminticus*, qui est anthelminthique comme son nom l'indique, etc. — Les Algues fournissent : la Mousse perlée ou Carragaeen, la Mousse de Corse ou Mousse aux vers, la Mousse de Ceylan et la Mousse de Jafna, l'ichthyocolle végétale, la Coralline, les Laminaires et les Fucacées diverses, dont on faisait l'*Ethiops végétal*, réputé autrefois, avec raison, contre le goître et les affections scrofuleuses, sans parler ni des Diatomées, ni des Cryptophycées qui élaborent les eaux sulfureuses, dissociant les éléments des sulfates terreux pour en dégager le soufre, ni des autres Algues qui habitent les eaux thermales. Les Fougères nous offrent les Capillaires (fig. 26), dont on fait un sirop efficace

dans les maladies des bronches et des poumons ; la Fougère mâle, dont l'extrait éthéré est si vanté contre le Ver prétendu *solitaire ;* la Fougère dite femelle ; le Cétérach, réputé contre les maladies calculeuses, et la Rue des mu-



Fig. 26. — *Adiantum Capillus Veneris*. Capillaire de Montpellier (Fougères).

railles, vulgairement nommée Sauve-vie, encore une réputation usurpée ! etc., etc. Les Lycopodes fournissent la poudre du *Lycopodium clavatum*, recherchée des nourrices et des personnes obèses. Les Prêles étaient presque aussi préconisées autrefois que l'acide salicylique l'est de nos jours. Enfin, il nous faut ajouter le groupe des Schizomycètes, c'est-à-dire les Ferments, auxquels nous devons

les vins, les bières, les alcools médicinaux, sans oublier le Laudanum de Rousseau, etc.

2° *Cryptogames nuisibles.* — Mais, si le pharmacien doit avoir quelque culte pour les Cryptogames précédentes, combien ne doit-il pas redouter certaines autres! Ces Mucédinées surtout qui sont la peste des officines et qui prennent, pour nuire, les formes les plus variées, les plus trompeuses. Les sirops, les extraits, les eaux distillées, les mellites, les conserves, etc., sont exposés à des dégâts sans nombre, contre lesquels le pharmacien est obligé de lutter dans son intérêt et dans celui des clients. L'air charrie sans cesse des spores invisibles à l'œil nu, se dérobant même souvent à l'examen microscopique, de toute espèce de Champignons inférieurs : *Mucor*, *Penicillium*, *Spicaria*, *Verticillium* (p. 20), etc.; ces semences, voltigeant dans l'atmosphère, inactives tant qu'elles ne trouvent pas d'humidité et de chaleur, se développent avec une activité extraordinaire dès que ces conditions sont remplies; les Moisissures décomposent les extraits; les *Hygrocrocis* (?) [1], qui simulent des Algues, s'emparent des eaux distillées et de toutes les solutions, sans craindre les plus délétères; nous ne parlons pas des Ferments qui font tourner les sirops, ni de certains Champignons qui s'attaquent aux sucres et aux saccharolés, les rongent et les détruisent. Il faut que l'homme de l'art non seulement sache épier l'arrivée de ces ennemis et les expulser au besoin, mais encore connaisse les conditions de leur vie et de leur développement, pour empêcher leur apparition.

B. Applications indirectes. — Le pharmacien n'est pas seulement le bras droit du médecin, son rôle dans la société

1. Marchand (L.). *Organisation et nature de l'Hygrocrocis arsenicus*, végétal qui se développe dans la solution arsenicale nommé : liqueur de Fowler. *Comm. Acad. des sciences*, nov. 1878.

ne s'arrête pas là : c'est le savant auquel chacun s'adresse; le médecin lui-même a recours, pour l'exercice de sa profession, à ses connaissances plus spéciales. « Partout le pharmacien est l'homme utile, éclairé, remarquable par son zèle désintéressé et son dévouement. Le voyageur, le savant, le naturaliste qui visite pour la première fois les contrées éloignées, s'approche d'une petite ville; où trouvera-t-il des renseignements sur les objets qui l'intéressent au milieu du pays qu'il parcourt? L'administration est d'un abord difficile et froid; des soins divers retiennent ou préoccupent le médecin, l'homme de loi, le pasteur du lieu. Le pharmacien est toujours disponible. Reconnaissant de l'estime qu'on lui témoigne en s'adressant à lui, il indique les objets remarquables, les ressources que présentent les localités; il vous aidera dans vos recherches; il vous accompagnera dans vos excursions; et flatté de se trouver en contact avec le mérite, la science ou la célébrité, il vous laissera convaincu que le goût d'apprendre, le désir d'être utile, sont entre vous et lui comme un lien de confraternité, un sentiment qu'il est heureux et fier de partager avec vous [1] ». « En raison de ses connaissances polytechniques, le pharmacien remplit officieusement, dans les populations artistiques, industrielles et agricoles au milieu desquelles il est placé, une mission qu'il suffit d'indiquer pour la faire connaître et en faire apprécier l'importance. Il est, en effet, le savant modeste, éminemment pratique, éminemment abordable pour toutes les classes de la société [2] ».

Ces quelques observations expliqueront pourquoi, dans l'enseignement de la Cryptogamie à l'École de pharmacie de Paris, nous ne croyons pas pouvoir nous en tenir aux

1. Cap. *ex* Dorvault, *Officine*, 8e édition 1872, p. 14.
2. Dorvault, *Officine, loc. cit.*

simples applications directes. « Noblesse oblige. » Nous devons étendre notre cadre pour tenter, suivant nos forces, d'élever notre cours à la hauteur de ceux des autres chaires.

Considérant les Cryptogames dans leurs applications indirectes, nous les divisons, aussi, en Cryptogames utiles et en Cryptogames nuisibles.

I. **Cryptogames utiles.** — Quelques-unes peuvent fournir des aliments délicats et recherchés; d'autres sont utilisées à la fabrication des boissons fermentées; certaines purifient les eaux et les rendent potables, d'autres purifient l'air, enfin il en est qui fournissent des produits à l'industrie.

A. *Des Cryptogames alimentaires.* — Les Champignons se placent en première ligne. Ces singuliers végétaux qui vivent à la façon des animaux partagent, avec eux, la propriété de faire des tissus azotés; en d'autres termes, ils font de la viande végétale. C'est dire combien ils sont nourrissants et de quels secours ils pourraient être pour la classe pauvre s'ils pouvaient entrer dans son alimentation. Malheureusement, un certain nombre sont de violents poisons, et la peur de ces derniers fait rejeter ceux qui sont délicieux et bienfaisants, ce qui explique ces lignes du Dr Bertillon : « La viande est chère pour les paysans, beaucoup en sont privés; et pourtant voilà une viande végétale, que fournit un gibier sans pattes et que l'ignorance des espèces salubres et des espèces nuisibles laisse pourrir par milliers dans nos plaines et dans nos bois. Certes, il ne serait pas indifférent au bien public que, dès aujourd'hui, cette importante ressource fût utilisée pour améliorer l'alimentation misérable et insuffisamment réparatrice de nos campagnards[1]. »

Le pharmacien peut, mieux que tout autre, remplir ces

1. **Bertillon**, *Dict. encycl. des sciences médicales*, article CHAMPIGNON, t. XV, p. 180.

desiderata; il le peut de deux manières : d'abord en apprenant à ses concitoyens à quels caractères on reconnaît telle espèce comestible de telle autre espèce vénéneuse avec laquelle on peut la confondre, et, en second lieu, en étendant les ressources de la fongiculture. De nos jours, c'est à peine si deux ou trois espèces consentent à accepter nos soins[1]; jusqu'ici, la masse considérable des Champignons ne veut pas se domestiquer. Cela tient à ce que l'on n'a pas encore appris quelles sont les conditions de production et de développement de ces singuliers végétaux. Et quel est le savant qui plus que le pharmacien se trouve à même de faire ces recherches? Préparé, par ses connaissances en chimie, en physique et en histoire naturelle, à saisir tous les phénomènes, à les reproduire au besoin, et ayant, par sa profession même, le loisir de le faire, il peut arriver à déterminer dans quelles conditions la culture de tel ou tel Champignon peut réussir, et, ce faisant, il aura mérité de la Science et de la Patrie.

Si les Champignons peuvent fournir des aliments, d'autres Cryptogames peuvent encore être cités au même titre. Le *Lecanora esculenta* a une réputation bien ancienne, puisque, prétend-on, c'est ce Lichen qui fournissait la manne des Hébreux. Voici, d'un autre côté, les nids d'hirondelles salanganes qu'on a regardés comme formés par des Algues; voici les Laminaires, les Ulves, les *Porphyra*, les *Iridea*, etc. Nous aurons aussi à parler de la farine fossile (fig. 7), qui doit ses propriétés nutritives à la matière

1. Le Champignon de couche est celui qui chez nous se prête le mieux à la culture. Presque toutes les carrières abandonnées des environs de Paris sont utilisées par cette industrie qu'on ne saurait trop encourager, car elle est une source de bons revenus pour le cultivateur et permet l'amélioration de la nourriture des gens peu fortunés. Ce sont ces considérations qui portent, en cet instant, M. Neissen à vulgariser en Belgique la culture du Champignon de couche et à tenter de faire établir des champignonnières dans les environs de Bruxelles. (V. *Rev. Mycologique*, 1880, p. 46 et 83.)

azotée qui la pénètre et qui provient de petites Algues enfouies dans les couches du sol au moment de quelque cataclysme. Certaines Fougères possèdent des rhizomes remplis d'une fécule assez abondante pour être utilisés comme aliments, et les *Marsilea* (fig. 13) portent des fruits qui peuvent aussi être employés de la même façon; l'une de ces espèces, le *M. salvatrix* a reçu son nom en souvenir des services rendus à des explorateurs qui, sans ce secours inespéré, fussent morts de faim dans les déserts de l'Australie.

B. *Des Cryptogames productrices des boissons fermentées.* — Nos vins, nos cidres, nos bières, toutes nos boissons alcooliques, en un mot, sont dues à l'intervention de petits organismes particuliers qu'on nomme *ferments*. Ce sont des Cryptogames inférieures réduites à l'état de simples cellules. Ces êtres, pour vivre et pour multiplier leur race, transforment les matières sucrées en leur enlevant, pour leur usage propre, certains éléments déterminés. Ce sont donc des destructeurs; mais l'homme s'étant aperçu qu'il obtenait, en arrêtant la transformation de ces matières à un certain instant, des liquides agréables et excitants, a utilisé leur activité vitale à produire ce qu'on appela la fermentation. Toutefois il faut qu'il surveille le travail et qu'il sache suspendre à temps les opérations chimiques déterminées par ces petits végétaux, sans cela, la destructionirait trop loin. L'art se réduit à faire tourner à notre profit les qualités destructives des ferments, en sachant les arrêter quand ils ont produit tout l'effet attendu sans dépasser cette limite. Dans la fabrication de la bière, par exemple, il faut savoir faire intervenir à temps le houblon, la chaleur ou le froid[1] :

1. « Le seul établissement de M. Dreher, de Vienne (Autriche), consomme chaque année 45 millions de kilogrammes de glace; la brasserie Sedlmayer, à Munich, près de 10 millions de kilogrammes. » (*Journal des brasseurs*, n° du 22 juin 1873, et Pasteur (L.), *Etudes sur la bière*, p. 12.)

le houblon, parce que la lupuline, outre qu'elle donne un goût agréable, endort les ferments, comme le font toutes les essences; la chaleur, parce qu'elle les tue, et le froid, parce qu'elle les engourdit. Pour le vin, les cidres, etc., le tannin et les éthers œnanthiques jouent ce même rôle de modérateurs; toutefois on ne doit pas, pendant les premières années, se relâcher de la surveillance. Des microbes invisibles, même avec nos instruments grossissants, continuent à habiter les liquides, et, à certaines époques, manifestent leur présence par des *poussées* de végétation. C'est ce qui a lieu pour les jeunes vins aux époques de floraison de la vigne et de maturation du raisin, et l'on ne peut s'empêcher de rapprocher ces phénomènes de ceux qu'on remarque tous les jours chez les Phanérogames, où l'on voit, à la même époque de l'année, se réveiller les fonctions des plantes à bulbes ou à tubercules, qu'ils soient en terre ou bien qu'ils aient été oubliés sur une planche. Les invisibles des liqueurs fermentées semblent se souvenir de leurs habitudes passées. Avec les années, cette grande effervescence se calme, et alors on peut les embouteiller sans craindre de les voir faire éclater les murs de leurs prisons; peu à peu, la vieillesse survient, jusqu'à ce qu'arrive l'âge ultime, variable pour chaque crû. Cette vieillesse peut être artificiellement provoquée; en chauffant modérément, elle est hâtée par suractivité des fonctions vitales; en portant plus haut la température, elle est, de suite, obtenue par la suspension des fonctions : la cuisson, coagulant les protoplasmas des matières fermentescibles.

C. *Des Cryptogames qui purifient et assainissent les eaux.* — Les Cryptogames se rencontrent dans toutes les eaux, on a même dit dans les eaux distillées. Le chimiste, en faisant des analyses d'eau, signale dans toutes, même

celles regardées comme les plus pures, des *matières organiques*. Là où le chimiste dit « matières organiques », parce qu'il n'en retrouve sous son creuset que les éléments, le naturaliste dit « microbes », parce que son microscope lui montre des êtres vivants, surtout des microphytes. Ces êtres agissent sur les eaux en assimilant, sous l'action de la lumière, le carbone de l'acide carbonique, et en mettant en liberté l'oxygène qui se dissout dans l'eau [1]. Ils trouvent l'acide carbonique, soit à l'état libre, dissous dans le liquide, soit à l'état de combinaison avec des alcalis terreux, magnésie, chaux, soude. L'acide carbonique libre provient soit des roches, soit de la combustion lente des détritus organiques qui encombrent les cours d'eau et sont, comme nous le verrons, la cause de leur insalubrité. Cette cause est combattue par les Cryptogames aquatiques (fig. 28), lorsque ces eaux sont courantes ou tout au moins renouvelées, et qu'elles déroulent leurs ondes au soleil. L'eau, tout à l'heure méphitique, impropre à l'alimentation de l'homme et à la vie des animaux, s'est purifiée, est devenue potable, agréable au goût et propre à entretenir la vie des êtres qui vivent dans son sein [2]. Cette action prolongée des Cryptogames vertes sur les éléments des eaux des fleuves et des rivières, des cours d'eau, explique pourquoi ces eaux, quoique charriant souvent des impuretés, même des immondices, sont plus *potables* et meilleures que les eaux de sources et de puits, en

1. Auguste et Charles Morren, *Rech. phys., zoolog., botan. et chim. sur l'influence qu'exercent la lumière, les Algues, les animalcules de couleur verte ou rouge contenus dans les eaux stagnantes et courantes* (*Mémoire lu à l'Acad. royale de Bruxelles*, 7 février 1841)

2. « La nature de l'eau a une influence certaine sur la santé des poissons; mais ce qui importe pour eux, c'est qu'elle approche le plus possible de la pureté et qu'elle contienne des *monas* rouges ou verts, ou des végétaux qui, sous l'influence de l'insolation, en dissolvent l'acide carbonique dissous, produit du gaz oxygène. Aux vingt-quatre bacs qui composent l'aquarium du Trocadéro, il conviendra, etc., etc. » (Bouchardat, *Soc. nationale d'agricult. de France*, ex *Rev. scient.*, 9e année, p. 256.)

apparence beaucoup plus pures mais, en réalité, beaucoup moins chargées de matières organiques.

D. *Des Cryptogames qui purifient l'atmosphère.* — « Dans la nature, les Champignons représentent la police des rues, qui prend soin que toutes les ordures soient éloignées le plus vite possible, c'est-à-dire décomposées en leurs éléments. S'il se trouve quelque part des cadavres végétaux ou animaux, ou les restes ou les produits de décomposition de ces cadavres, des Champignons de moisissure ou de fermentation apparaissent et détruisent, c'est-à-dire dévorent et décomposent ces restes dans un temps relativement très court, au moyen de leur multiplication extraordinaire.

« Les Champignons sont donc fort utiles et même indispensables dans la nature. Qu'arriverait-il, en effet, si sur toute la terre les cadavres des hommes, des animaux et des plantes étaient abandonnés à une lente décomposition chimique? Ces cadavres deviendraient tellement nombreux, qu'en peu de temps toute l'atmosphère serait saturée des gaz en partie vénéneux et très nauséabonds de la décomposition, et bientôt toute vie serait éteinte sur la terre [1]. »

Les Champignons sont donc des purificateurs de l'atmosphère, mais ils le sont indirectement, ils empêchent la peste, comme le font, à Péra, les chiens errants et les vautours en dévorant les ordures.

E. *Des Cryptogames utilisées dans l'industrie.* — Les Lichens donnent les orseilles ; les Algues fournissent les phycocolles de Chine et du Japon [2], le tripoli, la soude, l'iode ; ce sont certaines d'entre elles qu'on fait absorber aux huîtres pour leur procurer la couleur verte et le par-

1. Hallier (Ern.), *La plante et l'homme dans leurs rapports réciproques* (*Rév. intern. des sciences*, 2e année, t. IV, p. 226).

2. Marchand (L.). *Note sur la Phycocolle ou gélatine végétale*, produite par les Algues, *in Bull. soc. botan.* de France, 2e série. 1er vol., p. 287.

fum si prisé des gourmets. D'autres sont exploitées sur les côtes, comme engrais, comme bois de chauffage. Les tourbes, les houilles sont fournies par des Cryptogames. Les *Sphagnum* sont utilisées par les Esquimaux qui s'en font de grands paillassons pour se garantir contre le froid; les Lapons se servent, de même, du gazon de Polytric [1]. Ils découpent avec leurs couteaux en os deux carrés d'égale grandeur; un des morceaux placé à terre leur sert de matelas, tandis que l'autre ramené sur eux leur remplace les couvertures, etc., etc.

II. **Cryptogames nuisibles.** — Un grand nombre de Cryptogames doivent être signalées comme étant de redoutables ennemis contre lesquels il faut lutter. Les unes occasionnent la plupart de nos maladies, d'autres s'attaquent à nos aliments, détériorent nos viandes et nos boissons, d'autres encore rendent les eaux pestilentielles et empoisonnent l'atmosphère; enfin, il en est qui dévastent nos cultures et détruisent nos produits industriels et économiques.

A. *Des Cryptogames causes de maladies.* — Il en est qui sont de violents poisons. Nous citerons d'abord ces Champignons vénéneux dont nous parlions il y a un instant, mais qu'il faut démasquer pour permettre l'utilisation de leurs congénères qui sont succulents et salutaires; c'est ainsi qu'il faut savoir distinguer la Fausse Orange *Amanita muscaria* (fig. 27) qui est vénéneuse, de l'Orange vraie, qui est un met si recherché qu'on l'a nommée *A. Cæsarea.* Puis viennent les ergots, qui, mêlés aux aliments en proportion trop considérable, déterminent l'ergotisme, cette affection qui frappe de gangrène les extrémités des membres; voici ensuite les moisissures de la polenta du maïs

1. Hallier (Ern.), *Rev. intern. des sciences,* 2e année, 3 vol., p. 203.

qui donnent la pellagre, ou bien le champignon du riz, qui produit le *bursting of feets;* les moisissures des fruits, qui peuvent déterminer de graves accidents du côté de l'estomac; et celles du pain, dont une de couleur rouge, produit le singulier phénomène du pain sanglant, tel qu'on en a vu un exemple lors du siège de Paris, en 1870.



Fig. 27. — *Amanita Muscaria.* Fausse Orange (Champignons).

Certaines Cryptogames sont parasites de l'homme et des animaux et sont pour eux des causes de maladies : le Champignon du muguet, ceux de la teigne, de la mentagre, du pytiriasis, les Trichophytes, l'*Aspergillus* de l'oreille, l'*Oïdium* des poumons; telles sont encore les Algues appelées *Leptomitus* et *Leptothrix* et la Sarcine de l'estomac, etc., etc.

Enfin, il est tout un groupe, le plus terrible peut-être, et qui nous intéresse à un haut degré, nous membres de la famille médicale : ce sont les ferments de maladies, singuliers Cryptogames microscopiques que l'on rencontre, dit-on,

dans presque toutes les affections qui attaquent l'homme. Nous ferons connaître les êtres, à peine visibles au microscope, qu'on accuse de produire la variole, la scarlatine, la vaccine, la diphthérite, les fièvres intermittentes, le typhus, la fièvre puerpérale, la septicémie, le charbon, la fièvre jaune, etc., etc., et nous aurons à discuter les conditions de leur production et de leur propagation, c'est-à-dire la grave question des maladies contagieuses et des maladies épidémiques. Toutefois nous ne ferons qu'effleurer ce sujet, qui est plutôt du ressort de la médecine; mais nous donnerons les éléments indispensables, car, s'il était prouvé que ces Bactériens sont bien les vraies causes des maladies, le pharmacien serait appelé à faire les analyses du sang et des humeurs, comme il l'est aujourd'hui à faire des analyses d'urines, de vin, de vinaigre, d'alcools ou de lait.

B. *Des cryptogames qui dénaturent nos boissons fermentées et nos aliments.* — Si certaines Cryptogames peuvent être utilisées, ainsi que nous l'avons vu, pour fabriquer les boissons fermentées, c'est à la condition expresse qu'on surveillera leur travail. L'homme domine la nature non parce qu'il est le plus fort, mais parce qu'il est le plus intelligent et qu'il sait asservir les forces qui le menacent, assouplir et plier à ses volontés les êtres qui l'entourent; dans la lutte qu'il a à soutenir pour l'existence, son arme, c'est son cerveau; sa force, c'est la Science. Pour se maintenir, il a dû asservir, successivement, tous ses adversaires et s'en faire des serviteurs; il a dompté le feu et l'a forcé de devenir son coursier; il a dompté l'eau, l'a contrainte à faire marcher ses usines et il roula sur ses flots comme sur les routes les plus frayées; il a dompté les vents, qui sont devenus une de ses forces motrices; il a dompté le tonnerre et l'a forcé à transmettre ses pensées, à les écrire, à les parler; encore

un peu, il forcera la lumière et l'enchaînera de telle façon que le soleil, s'en allant aux antipodes, laissera assez de ses rayons pour qu'on puisse patiemment attendre son retour; il a domestiqué les espèces animales et s'en est fait des alliés; c'est de même qu'il a asservi les Cryptogames et qu'il a forcé les ferments, ces destructeurs par excellence, à lui fabriquer ces breuvages qui flattent ses appétits, entretiennent son énergie et auxquels il emprunte de nouvelles forces. Mais si l'homme ne les surveille, ces vaincus se redressent; la vapeur fait éclater les chaudières, la mer engloutit le navigateur, l'électricité foudroie, les vents se déchaînent, les animaux se rebellionnent, les Cryptogames retournent à leurs instincts, et, pour ce qui nous touche en ce moment, ils redeviennent destructeurs; les ferments détruisent leur œuvre : ces boissons fermentées que, tout à l'heure, elles avaient préparées.

D'après ce que nous avons dit, en dehors de ces ferments définis et *figurés*, faciles à voir au microscope, il reste dans les liqueurs obtenues par la fermentation une sorte de principe vivant, ferment *amorphe*, qui doit appeler toute l'attention, parce qu'à chaque instant lui aussi cherche à s'émanciper. Si l'on n'intervient à temps, ou bien si l'on ne traite pas comme il faut les boissons fermentées, elles sont prises d'un état maladif caractérisé par l'apparition de Cryptogames qui n'existaient point avant. Les vins, les bières, les cidres, etc., sont pris de maladies qu'on nomme : la graisse, l'amer, l'acescence et la fleur. Le travail régulier des matières protoplasmiques des boissons est remplacé par un travail anormal; les ferments, dont on eût dû diriger les actions, font place à des ferments nouveaux de destruction, à des Bactéries, contre lesquelles il faut désormais lutter et qu'il faut subjuguer à leur tour. Parfois on peut

ramener la santé ; mais cela dépend, bien entendu, de la nature de la maladie, de sa gravité et, beaucoup aussi, de la résistance du sujet. Certains vins, certaines bières résistent mieux que d'autres; l'amer, la pousse, la graisse peuvent se pallier et même se guérir, tandis que l'acescence est à peu près incurable.

L'homme de Science doit connaître toutes ces choses, pour pouvoir donner les renseignements qu'on lui demande sur ces sujets intéressants.

Les *Cryptogames*, disions-nous il y a un instant, se chargent de débarrasser le globe des animaux et végétaux qui meurent, en dévorant leurs cadavres et en les rendant aux milieux cosmiques sous la forme de matériaux inorganiques d'où ils étaient sortis. Ce retour aux éléments minéraux est une loi inéluctable ; tout être organisé doit rendre à la terre les matériaux qu'il lui a empruntés pour quelque temps. Tout être organisé dont la vie s'est retirée se résout en carbone, azote, oxygène, hydrogène, quelques atomes de phosphore et des sels alcalins ; pour le bien-être de ceux qui restent, il est utile que ces cadavres disparaissent le plus rapidement possible. Il est cependant des exceptions : c'est le cas où il s'agit de cadavres qui sont destinés à nous servir d'aliments. L'homme a besoin, alors, de s'opposer à l'envahissement de ces substances alimentaires par les Cryptogames de la putréfaction qui les rendraient impropres à l'usage qu'on leur réserve. Pour cela, il lui faut inventer des moyens d'empêcher les Cryptogames de pénétrer jusqu'à eux ou annihiler leur action si le premier moyen ne peut être appliqué. La *méthode Appert,* si utilisée pour la conservation des aliments de toute nature, repose sur le premier principe, et l'application du second a été faite en grand par le *Frigorifique*, qui a pu rapporter d'Amérique, après

plusieurs mois de traversée, des viandes de boucherie qui avaient été pendant tout le temps préservées, par le froid, de l'action des Cryptogames.

C. *Des Cryptogames qui altèrent les eaux.* — De même que les boissons fermentées, l'eau a ses maladies qui la ren-



Fig. 28. — Goutte d'eau d'un bassin recevant des eaux pluviales et des eaux de Seine (Thiais, 1879) : elle est peuplée par des organismes appartenant à différentes familles d'Algues.

dent plus ou moins impropre à servir à notre alimentation, et qui, dans certaines circonstances, en font un véritable poison. Ces maladies sont encore occasionnées par des Cryptogames, parfois, même, par celles qui dans d'autres conditions les eussent purifiées (fig. 28). Il est donc utile de se

rendre compte de ce qui se passe et de bien connaître les raisons des phénomènes qui s'accomplissent.

Si nous conservons de l'eau dans un vase, cette eau devient ce que l'on appelle *croupie*. Cette transformation se fait avec une rapidité d'autant plus grande que cette eau est chimiquement moins pure : plus l'analyse y décèlera de *matières organiques*, plus la décomposition arrivera rapidement. Or, comme nous l'avons dit, pour nous ces matières organiques sont en grande partie constituées par des Cryptogames, et nous les réclamions, il y a un instant, pour la purification des eaux. Comment donc sont-elles devenues des causes d'altération de ces mêmes eaux? C'est que si, dans l'état de santé, ces petits organismes amènent l'assainissement, ils produisent sa putridité dès qu'ils deviennent souffrants ou lorsqu'ils meurent. C'est ce qui arrive dès que l'eau ne contient plus les éléments indispensables à leur nutrition, c'est-à-dire les sels minéraux et l'acide carbonique; alors ils sont remplacés par d'autres êtres, microphytes ou microzoaires, qui s'accommodent de ces conditions nouvelles : ce sont les microbes de la putréfaction. C'est ainsi que l'eau de notre vase s'est altérée, est devenue *croupie*, insalubre et même pestilentielle. Ces mêmes phénomènes se passent en grand dans les mares, les citernes, les flaques, les bassins, les marais, dès que l'eau n'est pas renouvelée : car alors les éléments indispensables à la vie des microphytes venant à manquer, ces êtres meurent d'inanition [1]. On comprend

1. « En juillet 1874, écrit M. L. Crié, j'eus l'occasion d'explorer les abords de la mare de Deauville, devenue depuis longtemps un foyer d'infection. A cette époque, des fièvres intermittentes régnaient à Deauville, et les riverains avaient cru remarquer qu'elles étaient causées par une matière rougeâtre recouvrant périodiquement la surface des eaux; de cette mare s'exhalait une odeur fétide. Je fus chargé par mon ami, M. Leblanc, ingénieur en chef des ponts et chaussées, de l'étude botanique de ces croûtes rouges ou d'un jaune rougeâtre qui infectaient tout le voisinage. Vers la fin de juillet, la mare était remplie de *Ruppia* (*R. maritima* L. *R. rostellata* Kock; le *Potamogeton pecti-*

donc que les eaux les plus salubres soient les eaux courantes qui ont pu s'aérer et s'oxygéner par la respiration des Cryptogames qu'elles contiennent ; viennent ensuite les eaux tranquilles, mais renouvelées ; les eaux de pluie sont aérées, mais ne possèdent pas assez de sels calcaires et n'ont point été oxygénées, n'ayant point coulé au soleil avec les microphytes qu'elles peuvent renfermer ; quant aux eaux stagnantes, on comprend comment elles peuvent causer des maladies. Parfois, comme dans les marais salants, la putréfaction est activée par le mélange de l'eau de mer, qui détruit les plantes d'eau douce qui peuvent s'y rencontrer. Les eaux des villes conservées dans des réservoirs ou bassins doivent être changées fréquemment, en été surtout, car, de salubres qu'elles sont quand elles arrivent, elles passent à l'état d'eau croupie [1].

On est trop porté à regarder l'eau comme une simple substance minérale; on oublie, ou pour mieux dire on ignore qu'elle est peuplée d'êtres qui l'animent et avec lesquels il faut compter.

D. *Cryptogames qui empoisonnent l'atmosphère et*

natus y était abondant; absence complète de *Chara*, qui auraient parfois, paraît-il, occasionné les fièvres), sur lesquels les flocons rouges semblaient plus particulièrement se fixer. Il s'agissait d'une Algue alors très abondante et remarquable par sa teinte rougeâtre foncée. Par l'intermédiaire de M. Le Jolis, de Cherbourg, cette production fut soumise à l'examen de MM. Thuret et Bornet; les savants botanistes reconnurent, dans l'Algue de Deauville, le *Spermosira litorea* Kutz, dont la décomposition spontanée déterminait périodiquement chaque année l'infection de la mare. Depuis deux ans la mare communique avec la rivière, l'Algue n'infecte plus le voisinage et les fièvres ont disparu, à la grande satisfaction des riverains. » (L. Crié, *Note manuscrite communiquée par M. le Dr Bornet*).

Nous soulignons cette phrase : *Depuis deux ans, la mare communique avec la rivière, l'Algue n'infecte plus*, etc.

1. En 1875 et 1876, les réservoirs qui alimentent la ville de Boston ont présenté une odeur infecte. Le Dr Farlow, chargé de rechercher la cause de cette odeur, a trouvé qu'elle provenait d'une Algue Nostochinée (*Anabœna* ou *Nodularia*), qui s'était décomposée sous l'influence d'une température excessive. (W.-C. Farlow, *Remarcks of some Algæ found in the water supplies of the city of Boston* in *Bull. of the Bussey Institution*, janvier 1877.)

causent des maladies. — L'air à l'état ordinaire est, ainsi que nous l'avons reconnu, chargé de poussières de toute nature, et nous avons dit que les Cryptogames s'y trouvaient en assez grand nombre, en sorte que l'air sert de véhicule à



Fig. 29. — Fructifications cryptogamiques qui flottent dans l'air de Paris, d'après M. P. Miguel.

une multitude de germes appartenant aux espèces les plus diverses ; il n'y a rien dans cette assertion qui doive étonner (fig. 6 et 29). Ce ne sont pas ces semences qui vicient l'atmosphère ; elles sont transportées et vont germer là où elles tombent, si le terrain et les circonstances du milieu sont favorables. Mais ce qui se passe pour ces Cryptogames

inoffensifs se passe de même pour des Cryptogames qui ne le sont pas. L'air qui se trouve, par exemple, en contact de ces marais salants, dont nous venons de parler, et qui engendrent de si fortes quantités de Cryptogames de putréfaction, se charge des germes de ces plantes dès que le soleil vient le matin amener l'évaporation ; puis ces innombrables quantités de principes malfaisants, qu'on nomme des *miasmes*, sont entraînés par les vents et vont s'abattre plus ou moins loin du foyer d'infection, apportant la maladie. C'est ce qui se passe pour la *malaria* des marais Pontins et pour nos fièvres intermittentes. On comprend, dès lors, pourquoi l'on ne doit s'approcher des foyers miasmatiques qu'après le lever du soleil, quand, par sa chaleur, il a élevé au-dessus du sol les couches de l'atmosphère qui les contiennent; et pourquoi on doit éviter d'aller habiter des lieux où les vents peuvent apporter ces Cryptogames infectieuses.

Dans les cas où l'homme, ou bien les animaux, sont atteints de ces maladies, caractérisées par la végétation de Cryptogames parasites (voy. p. 120), c'est l'économie animale qui devient foyer d'infection et qui émet ces miasmes, ce *contagium vivum*, comme l'on dit, dont l'atmosphère se charge aussi bien que des précédents. Et dans ce cas aussi la maladie est transportée des êtres malades aux êtres sains. L'air de certaines salles d'hôpitaux doit être rempli de ces germes nocifs [1]. Il est donc utile au dernier

1. M. Miquel, directeur du service micrographique de Montsouris, chargé par le Conseil municipal d'examiner l'air des dortoirs du lycée Saint-Louis, où s'était, en 1878, déclaré une épidémie de fièvre typhoïde, ne put rien découvrir dans les poussières qu'il recueillit à l'aide de son aéroscope; mais il fait à ce sujet les remarques judicieuses suivantes : « Les recherches sur les microrganismes des maladies épidémiques sont trop peu avancées pour qu'il nous fût possible de découvrir, au sein des débris de toute espèce accumulés dans les lieux réputés les moins hygiéniques, les germes de la fièvre typhoïde, alors même qu'ils y auraient été présents (les salles avaient été aérées et

point de savoir : 1° quelles sont réellement les maladies dont la cause réside dans le développement de Cryptogames parasites ; 2° quelles sont celles de ces Cryptogames qui, transportées d'un individu malade sur un individu sain, s'emparent de ce dernier ; 3° quelles sont les conditions de la transmission des germes et de leur développement, car alors seulement on pourra espérer guérir ces maladies, en empêcher la propagation, c'est-à-dire prendre des mesures rationnelles contre les endémies et les épidémies ; 4° enfin, on doit chercher à savoir si la panspermie rend compte de tous les faits, ou s'il n'y a pas lieu d'admettre la théorie de la genèse spontanée.

E. *Des Cryptogames qui s'attaquent à nos produits industriels.* — Leur nombre est bien grand, et pourtant chaque jour l'étude en fait découvrir de nouvelles. On pourrait presque dire qu'il n'est aucun de nos produits industriels qui en soit garanti ; les moisissures, par exemple, et tout ce groupe de Cryptogames qu'on nomme en anglais *Black-Moulds*, ne respectent rien : elles s'attaquent aux pierres de nos habitations et aux livres de nos bibliothèques, aux planches de cercueils aussi bien qu'aux chignons de nos élégantes. Les bois de charpente ont des ennemis redoutables dans certaines espèces de Champignons qui les détruisent en peu de temps : c'est ainsi que l'Angleterre perdit, au commencement de ce siècle, la frégate la *Reine-Charlotte*, tandis que, par une sorte de compensation, notre flotte se voyait enlever le *Foudroyant*, vaisseau de 80 canons. Mais l'agriculture est, sans contredit, l'industrie qui a le plus à se plaindre des Cryptogames ; presque toutes les plantes

lavées, et les murs blanchis avant son expérience) ; la solution de cette question est réservée à l'avenir. » (P. Miquel *Annuaire de l'observatoire de Montsouris*, 1879, p. 489.)

ont leur ennemi, quelquefois plusieurs : la Vigne compte plus de cent Champignons parasites [1]. On conçoit que lorsqu'il s'agit ainsi de plantes de grande culture, les ravages qu'elles occasionnent prennent des proportions si considérables qu'on peut les regarder comme de véritables fléaux : tels ces Champignons auxquels sont dus la *Rouille* et la *Carie* du Blé, ou encore ceux qui transforment tous les épis des champs en une poussière noire charbonneuse, comme si le feu les eût consumés; tels sont, encore, ceux qui détruisent nos Colzas, nos Cressons, et qui sont dits *Blancs* ou *Meuniers*, ou ceux qui causent les maladies de la Pomme de terre, celle des Poiriers, etc. Il faut que le savant du village soit mis à même de renseigner les intéressés, et de leur indiquer les moyens à employer pour empêcher la production de la maladie, ou, tout au moins pour en arrêter, autant que faire se peut, le développement et le retour.

De l'exposé qui précède, il ressort donc que l'étude de la Cryptogamie intéresse la pharmacie, l'hygiène, la médecine, l'industrie : la *pharmacie*, parce que le groupe des Cryptogames fournit des médicaments et compte des espèces qui altèrent les produits officinaux; l'*hygiène*, parce que nombre de questions s'éclairent d'un jour nouveau par l'étude de ces végétaux : telles sont celles des aliments et des boissons, de l'atmosphère, de la contagion, etc., etc.; la *pathologie*, en raison de la tendance qu'on a de nos jours à voir, dans les microphytes, les causes d'un nombre sans cesse croissant de maladies, de telle sorte que la médecine devient tributaire de la Cryptogamie, en ce sens qu'il faudra bientôt que le praticien connaisse l'histoire naturelle et la physiologie de chaque bactérie nocive pour

1. Pirotta (R.), *Funghi parassiti dei Vitigni*. Milano, 1877.

arriver à guérir la maladie qu'elle provoque par sa présence ; l'*industrie*, enfin, en raison des produits que lui fournissent certaines espèces et des dommages que lui causent certaines autres.

Le pharmacien, pour les raisons que nous avons indiquées plus haut, ne doit rien ignorer de toutes ces applications ; il en est même tellement convaincu que souvent il joint à son diplôme celui de médecin, pour être plus à même de rendre les services qu'on peut lui demander. C'est sans doute aussi pour cette raison que l'Etat demande aux professeurs de nos Ecoles de Pharmacie le titre de docteur ès-sciences, qui n'est même pas exigé pour le professorat aux Facultés de Médecine. Toutes ces raisons, en outre, nous expliquent comment c'est à notre Ecole qu'a été fondé le premier cours de Botanique cryptogamique[1].

Les matériaux d'un cours de Botanique cryptogamique ne manquent donc pas, en admettant même que le professeur ne s'en tienne qu'au rangement et à la description méthodique des Cryptogames qui peuvent intéresser le pharmacien aux divers points de vue que nous venons d'esquisser. Mais le sujet est tel par lui-même que, ne le voudrait-on pas, on est obligé de s'élever plus haut, d'élargir son horizon et de se laisser entraîner à des considérations générales et philosophiques que soulève l'état de ces êtres.

La Physiologie générale, nous l'avons déjà fait pressentir, trouve dans l'étude des Cryptogames la solution de problèmes insolubles si l'on s'adresse à d'autres groupes d'êtres

1. « Il y a quarante ans, l'École de pharmacie instituait, la première, une chaire de toxicologie ; aujourd'hui, elle est encore la première à donner à la Cryptogamie l'enseignement spécial et didactique auquel elle a droit. Qu'il nous soit permis de proclamer ainsi qu'elle n'a cessé de marcher dans la voie de la science et du progrès. » (Ad. Chatin, *Discours de rentrée de l'École de pharmacie*, 15 novembre 1877, ex *Union pharmaceutique*, XVIII, 343.)

organisés. Les Cryptogames sont les organismes les plus élémentaires, et, s'il est vrai que ce groupe passe aux Phanérogames par les Fougères et les Lycopodes, il est aussi vrai que les plus simples confinent les êtres inorganisés. Leurs représentants sont si réduits, si élémentaires, qu'il est difficile de se prononcer sur la nature de la matière qui entre dans leur composition. C'est de la matière organique à son état le plus simple, c'est du protoplasma ou du sarcode ; et ce protoplasma ou sarcode est parfois nu, tout à fait dépourvu de membrane cellulosique, en sorte qu'on ne saurait dire, pendant une longue période de son existence, s'il est végétal ou animal; ce qu'on peut affirmer, c'est qu'il est fait de matière vivante, car on la voit s'agiter, se déplacer, changer de forme. Elle est, là, représentée par quelques atomes de carbone, d'azote, d'oxygène, de soufre, de phosphore, maintenus dans leurs rapports respectifs par les forces d'affinité et d'attraction, et pourtant cette matière sent, respire, se nourrit : elle vit, en un mot. Quelle est donc l'essence de la vie ?..... réduite à cette simplicité, il est à espérer qu'on arrivera à résoudre cette question. L'étude attentive de ces infiniment petits élémentaires, de ces êtres débarrassés de toutes les complications qu'amène une organisation à fonctions multiples, nous renseignera peut-être bientôt, et nous saurons si la *vie* de ces plasmodies est la résultante des actions physico-chimiques des atomes en contact ou si elle est une émanation d'un Etre supérieur.

A côté de ces questions capitales vient s'en poser une autre qui en est comme le corollaire. Ce sarcode, si simple dans sa composition, oscillant sur la limite qui sépare l'organisé de l'inorganisé, est-il de création mystérieuse ou bien s'est-il simplement formé, comme les corps organiques qui l'ont précédé sur la Terre, par les simples lois de l'affinité

et de la cohésion? en d'autres termes, doit-on admettre une genèse naturelle, une formation spontanée par union d'éléments préexistants? ou bien doit-on soutenir que sa production est due à une intervention surnaturelle apportant un élément qui ne préexistait pas, en un mot a-t-il été le produit d'une *création?* Grand problème posé depuis que l'homme raisonne, mais resté insoluble parce qu'il a raisonné sur des êtres complexes. Ramené à des termes plus simples, il deviendra plus abordable, et l'on peut affirmer que, si jamais on en trouve la solution, on la rencontrera sur le terrain de la Cryptogamie.

Problème insoluble ! dira-t-on; pourquoi? La Cryptogamie n'a-t-elle pas déjà prouvé que, dans ce sens, le mot insoluble n'est pas scientifique, et, pour ne citer qu'un fait, n'a-t-elle pas donné la solution du problème de la fécondation ? La lumière jetée par l'étude des Cryptogames sur cette fonction permet d'assurer qu'il en sera de même des autres. Ce n'est point sur des êtres à structure et à fonctions complexes qu'il faut chercher l'explication de ces problèmes, c'est sur des êtres simples où chaque fonction se trouve dégagée des autres, comme par une sorte d'analyse opérée par la nature elle-même. Nous verrons que, déjà, on a trouvé le moyen d'expliquer les modes de formation, d'accroissement et de multiplication des cellules.

De ces formes rudimentaires où le protoplasma est à nu, dépourvu qu'il est de membrane cellulaire, on monte aux formes qui touchent aux Phanérogames, auxquelles on passe insensiblement. Nous verrons qu'il y a comme une marche ascensionnelle par complication successive des êtres qui s'élèvent à mesure que les fonctions deviennent plus nombreuses, se spécialisent et se limitent dans des organes appropriés, de telle sorte qu'en suivant pas à pas le dévelop-

pement du monde des végétaux on a comme le sentiment d'un perfectionnement qu'on voit s'accomplir ; c'est comme la physionomie de ce perfectionnement que doit rendre la classification naturelle.—Mais pourquoi ces plantes rudimentaires ? pourquoi n'a-t-on pas que des plantes parfaites ? d'où viennent les unes, d'où viennent les autres ? pourquoi cette infériorité d'organisation des Cryptogames ? Les paléontologistes ont répondu à cette question. En fouillant les profondeurs de l'écorce terrestre, ils ont découvert le secret de son histoire. Ils ont vu que les couches superposées contiennent les débris des végétaux qui se sont succédé à la surface de la terre depuis que le sol est assez refroidi pour permettre la végétation. — Mais, en même temps, ils ont vu que plus on descend vers les premiers âges du monde plus se fait sentir la prédominance des Cryptogames, si bien qu'à certaines époques elles représentaient à elles seules tout le Règne végétal, et cela tant par leur nombre que par leurs puissantes dimensions : les prédécesseurs (je ne dis pas les ancêtres) de nos maigres *Equisetum* (fig. 30), de nos chétifs Lycopodes (fig. 8) étaient des arbres gigantes-



Fig. 30. — *Equisetum sylvaticum* (Prêles).

ques, et les majestueuses Fougères des époques carbonifères (fig. 1) n'ont plus, pour les représenter, que quelques espèces qui ont été obligées de se réfugier dans certaines contrées spéciales, pour échapper à la décrépitude complète qui, dans nos climats, a frappé leurs congénères. Ainsi donc, lorsque l'on trace l'échelle d'apparition, on trouve encore les Cryptogames à la base et les Phanérogames au sommet.

L'échelle d'apparition aurait-elle quelque concordance avec l'échelle de perfectionnement? ne pourrait-on pas même, en superposant les deux échelles, reconnaître que les échelons se correspondent terme à terme? Les Cryptogames de nos jours ne seraient-ils que les derniers restes d'un monde végétal qui s'efface peu à peu pour faire place à une flore nouvelle plus perfectionnée [1]??? Mais alors quel horizon se découvre! que de questions se pressent dans notre cerveau! que de problèmes nouveaux se posent à notre raison! si cette progression existe, comment expliquer la création, ou inversement comment la création en expliquera-t-elle la succession?..... par les créations successives!.... Mais c'est arriver par un autre chemin à la doctrine du transformisme...... Lamarck et Darwin ont-ils donc raison?..... Alors l'espèce ne serait plus fixe ni immuable! la généalogie des êtres les ramènerait tous au limon pur et simple, c'est-à-dire à la matière inorganique!..... Questions, problèmes qui sont inextricables quand on les veut étudier sur les êtres complexes, mais qui se poseront certainement, et se résoudront, peut-être, si on les étudie chez les Cryptogames.

Il n'entre certes pas dans notre cadre d'insister sur ces

1. Lire sur ce sujet l'intéressant article de M. Gilkinet : *Du développement du Règne végétal dans les temps géologiques* in *Revue intern. des sciences*, 3e année, p. 327.

points et d'essayer de résoudre ces questions de philosophie naturelle ; toutefois, nous pensons qu'il est de notre devoir de donner au pharmacien quelques notions élémentaires qui peuvent servir de bases aux observations futures. Au reste, ce résultat sera, nous l'espérons, atteint sans grands efforts et sans perte de temps, par suite de l'enchaînement des sujets et de la méthode.

Mais, quand même nous essayerions d'élever cet enseignement, qui songerait à nous le reprocher ? Ce n'est pas au moment où notre Ecole réclame le titre de Faculté, titre que lui ont conquis les Baumé, les Cadet, les Chaptal, les Robiquet, les Pelletier et les Caventou, les Berthollet, les Vauquelin, les Bouillon-Lagrange, les Bussy et les Buignet, les Berthelot, pour ne citer que ceux qui ne sont plus des nôtres, ce n'est pas à ce moment, disons-nous, qu'on nous en voudra de tenter de sortir un peu des banalités élémentaires. On nous encouragera plutôt dans les efforts que nous faisons pour ouvrir des horizons plus larges et plus saisissants qui sollicitent à l'étude et décident le travailleur à se lancer à la recherche de ces inconnues que nous ne pouvons encore, malheureusement pour nous, que faire entrevoir.

DIVISION DU COURS

Quelle marche suivrons-nous dans l'étude des Cryptogames? Comment arriverons-nous à remplir le programme que nous venons de tracer?

La marche la meilleure, la plus naturelle, serait celle dans laquelle, prenant le protoplasma comme point de départ, on s'élèverait, par une suite non interrompue de perfectionnements, jusqu'aux Cryptogames supérieures. Mais nous ne pouvons agir ainsi; dans l'histoire de ces protoplasmas, il est des points encore contestés que nous ne pouvons aborder qu'en descendant des organismes plus complexes vers les plus simples. Il nous faut donc non plus aller du simple au composé, mais en sens inverse, marcher du connu à l'inconnu; car, chose singulière! c'est le plus simple qui est le plus inconnu, ou du moins le plus discuté. Les débats passionnés engagés sur les questions afférentes à ces points de l'histoire naturelle, qui ont pour la Science un intérêt exceptionnel, ont même pris les proportions d'une guerre de religion [1]. Pour en faire l'étude, il nous faudra procéder par déductions successives, éliminant peu à peu les complications qui, masquant les phénomènes, en rendent l'interprétation difficile et laissent prise à l'erreur.

Descendrons-nous des Cryptogames supérieures vers le

1. Malheureusement, dans les questions de genèse spontanée, de création, d'immutabilité de l'espèce, etc., on a fait intervenir des raisons de métaphysique transcendentale qui les ont fait sortir du sérieux que devraient toujours garder les questions de science. Les plus hasardées de nos hypothèses scientifiques n'ont rien à démêler avec celles de la théologie, car elles ont pour base solide l'expérience ou l'observation, tandis que les autres ne s'appuient que sur le terrain mouvant du surnaturel.

protoplasma? Nous pourrions le faire, s'il nous était démontré que les groupes sont disposés en série linéaire; mais nous avons prouvé qu'il n'en est point ainsi, et il suffit de jeter les yeux sur le tableau que nous avons donné page 95, pour voir combien une semblable méthode serait difficile à suivre. Le groupe, unique au départ, va comme en s'étalant en forme d'éventail, de telle sorte qu'on se trouve avoir, à la partie supérieure, six groupes de perfection équivalente. Par lequel d'entre eux commencerons-nous? Puis comment faire ressortir convenablement les affinités de chacun, les groupes inférieurs n'ayant pas été décrits, et les Phanérogames, leurs limitrophes, étant supposés ne pas l'être; de telle sorte que pour en faire comprendre les rapports multiples nous serions condamnés à des répétitions continuelles. Autant vaudrait, pour un architecte, commencer la construction d'une maison par le premier étage! Il faut donc, de toute nécessité, remonter la série et non la descendre, c'est-à-dire aller des organismes les plus élémentaires vers les plus compliqués, en amenant successivement ceux-ci en rapport de leurs affines phanérogames.

Mais comment faire! puisque nous venons de constater, d'autre part, l'impossibilité de procéder de cette façon?

C'est pour sortir de cette perplexité que nous avons admis le groupe des *Protorganisés,* comprenant les êtres dont l'organisation est la plus rudimentaire. A sa base, nous trouvons les Monères et ces organismes douteux, ni animaux ni végétaux, que les botanistes et les zoologistes continueront à se disputer sans y avoir plus de droit les uns que les autres; au sommet, nous rencontrons les deux amorces des deux Règnes végétal et animal : celle-ci comprenant les êtres plus végétaux qu'animaux, *protophytes*, celle-là contenant, au contraire, les êtres plus animaux que végétaux, *proto-*

zoaires. De telle sorte que les êtres dits protorganisés sont à la jonction de la végétalité et de l'animalité. La division en Protorganisés et la subdivision en Protophytes et Protozoaires sont des séparations arbitraires ; elles ne sont ni meilleures ni plus mauvaises que toutes autres ; toutefois il nous fallait faire connaître les raisons qui nous ont déterminé à les conserver. Pour l'étude, on est obligé de morceler le vaste tout qui compose la nature ; sans cela, on ne pourrait rien voir distinctement ; mais lorsque l'on a peu à peu acquis, par l'analyse, la connaissance de tous les détails, il faut par la synthèse rapprocher toutes les parties un instant disjointes et comprendre comment elles s'enchaînent.

Ajoutons que la séparation que nous faisons des Protophytes a, pour l'étude spéciale à laquelle nous nous livrons, un avantage sérieux, qui nous déciderait, peut-être, à la conserver, quand même nous n'y serions pas forcés par les raisons exposées plus haut. Cet avantage est celui de réunir sous un même titre les *Ferments* dont la description et l'étude physiologique ne peuvent se scinder.

Les Protophytes se rattachent, ainsi que nous le verrons, d'une part, aux Cryptogames comburantes et, de l'autre, aux Cryptogames réductrices. Ainsi, dans notre étude trois parties :

1° Protorganisés-protophytes ;

2° Cryptogames sans chlorophylle (comburantes) ;

3° Cryptogames avec chlorophylle (réductrices).

Enfin 4° nous résumerons les connaissances acquises et nous essayerons de répondre aux *desiderata* signalés dans cette Introduction.

DEUXIÈME PARTIE

PROTORGANISÉS — PROTOPHYTES

« Les créations de la nature ne sont que des combinaisons, et les combinaisons se modifient en raison des influences; la nature est un cercle où rien ne finit et rien ne commence, mais où tout progresse et se modifie à l'infini; les êtres sont le résultat des influences combinées entre elles, et les influences sont des lois; la nature n'a d'autre volonté que les lois éternelles; changer le cours de ces lois, ce serait les supposer imparfaites et mensongères, et l'erreur et la nature sont deux mots qui jurent de se rencontrer ailleurs que dans la bouche des hommes. La nature ne saurait donc créer aujourd'hui, à l'instant où je parle, une seule des formes compliquées de l'organisation, s'il est établi que chacune de ces formes est la somme d'une succession infinie d'imperceptibles modifications; l'opinion contraire serait contradictoire dans les termes; la même chose ne saurait se faire avec des éléments différents; s'il faut la progression de myriades de générations pour arriver à ce terme de gradation organisée, il est absurde de penser que ce terme se manifeste en un jour au début de la progression même. »

(F.-V. Raspail, *Nouveau syst. de phys. végét. et de botanique*, 1837, II, 316).

DEUXIÈME PARTIE

PROTORGANISÉS — PROTOPHYTES

GÉNÉRALITÉS

Le groupe des *Protorganisés-protophytes* comprend tous les êtres chez lesquels s'ébauche la *végétalité*. Il ressort de ce que nous avons établi (p. 50) que les représentants les plus rudimentaires ne sont formés que de masses protoplasmiques, souvent mobiles et contractiles, et non enserrées dans une membrane enveloppante, en sorte que leur corps semble être comme diffluent, et que, placés dans l'eau, ils l'absorbent, parfois, en telle abondance qu'ils paraissent s'y fondre. Ces êtres sont dits *amorphes* α (privatif, μορφη, forme). Les plus élevés, au contraire, ont toujours leurs masses protoplasmiques protégées par des membranes cellulosiques, qui leur donnent des contours, des formes arrêtées, qu'on peut représenter et figurer, d'où le nom d'êtres *figurés* qu'on leur a donné pour les différencier des premiers. Il va sans dire que dans la classification l'on passe insensiblement des uns aux autres. Cela s'accorde, au reste, avec les données de l'organogénie, qui démontrent que tout être figuré a commencé par n'être qu'un protoplasme amorphe.

Les amorphes-protorganisés végétaux (si peu orga-

nisés qu'on pourrait bien plutôt les nommer *pseudorganisés*) procèdent directement de la *matière de vie* ou composé vital (p. 62) et, en même temps, n'ayant aucune forme arrêtée et nette, tendent à se confondre avec les amorphes-protorganisés animaux; cela explique pourquoi l'on se trouve si embarrassé pour séparer les premiers des seconds. Les protorganisés figurés ayant, dans les deux Règnes, des formes arrêtées, sont relativement plus faciles à classer; toutefois, nous devons rappeler que, malgré cela, bien des hésitations persistent, et que, si l'accord est fait, à ce point de vue, entre les zoologistes et les botanistes, c'est bien plutôt grâce à une délimitation de frontières réglée à l'amiable que par suite de la reconnaissance de limites précises imposant une répartition absolue des sujets des deux royaumes. C'est qu'en effet, « au point de départ des organismes animaux comme à celui des organismes végétaux, nous ne trouvons autre chose qu'une masse de protoplasme douée de toutes les propriétés vitales, communes aux animaux et aux végétaux et dont l'étude est l'objet même de la physiologie générale [1]. »

Ce protoplasma, dont nous discuterons tout au long les propriétés, ne vit, ne s'accroît et ne se multiplie que parce qu'il entre en rapports d'échanges avec les milieux, leur empruntant certains de leurs éléments, les modifiant alors, pour les transformer en sa propre substance (*plasmas de formation*), les conservant sous cette forme pendant un certain temps, puis les modifiant, ensuite, à nouveau, pour qu'ils puissent retourner aux milieux dont ils sont sortis (*plasmas de restitution*). Pour l'instant, sur notre planète, les échanges physiologiques sont peu variés, tout au

1. Rouget (Ch.), Cours prof. au Muséum d'hist. nat. de Paris. Voy. *Rev. scientif.*, 2e sér., IXe année, 1880, 1105.

moins en ce qui concerne la nature des matières premières : de l'oxygène, du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, du soufre et du phosphore, tels sont les éléments cosmiques principaux qui, par leurs transmutations successives, font le végétal et l'animal. Ces actes d'échanges sont provoqués et déterminés par les agents physiques que nous connaissons : chaleur, lumière, électricité, qui, peut-être, ne sont eux-mêmes que des modalités de la force de gravitation. Le mécanisme des phénomènes est donc bien simple, et la vie, qui est la résultante de leur ensemble, serait facile à comprendre et à expliquer si tous les protoplasmes étaient de même composition et de propriétés identiques; mais, nous l'avons dit, il n'en est point ainsi. De plus, les phénomènes se compliquent au fur et à mesure que l'organisation devient plus complexe, les protoplasmes divers qui forment l'*individualité* amenant une multiplicité d'échanges qui se masquent les uns les autres et deviennent, par cela même, d'autant plus difficiles à démêler. Les êtres rudimentaires dont nous avons à retracer l'histoire présentent le grand avantage de la simplicité de constitution, en sorte qu'il y a lieu d'espérer que nous pourrons surprendre leurs secrets si nous arrivons à isoler les uns des autres leurs éléments constituants. L'obstacle le plus sérieux à surmonter tient à leur petite taille, car il est difficile de plier à ses volontés, en d'autres termes, de cultiver comme on le voudrait, des plantes dont les plus grosses ne deviennent observables qu'en employant des grossissements de plusieurs centaines de diamètres.

Les infiniment petits sont les maîtres du monde. En effet, ils rachètent l'exiguïté de leur taille par le nombre et si, dans la lutte pour l'existence, ils sont, individuellement, fort exposés à se voir détruits par les plus gros, ils luttent par

leur prodigieuse activité de reproduction. A la taille, les petits opposent le nombre, et, quoi qu'on fasse, la victoire leur reste. Dès qu'ils le peuvent, ils se multiplient avec une rapidité dont on ne peut se faire une idée, leurs phalanges serrées apparaissent en nombre si prodigieux qu'on les croirait créés plutôt qu'engendrés. Tous les modes de reproduction leur sont bons; ils se plient aux conditions de vie les plus différentes, se métamorphosent pour s'adapter à elles, en sorte qu'on les retrouve, sous les figures les plus diverses, prêts, sous n'importe laquelle de ces formes, à reprendre l'une quelconque des autres, si la chaleur, l'électricité, etc., etc., d'un nouveau milieu l'exigent. Au cas où les conditions sont tout à fait favorables, alors en commun, et chacun suivant ses aptitudes spéciales, ils se mettent avec tant d'ardeur à vivre, qu'en peu de temps ils ont transformé les milieux dont ils se sont emparés. Quelques individus se chargent souvent d'une immense besogne, et, de même qu'une étincelle suffit à enflammer une poudrière, de même un seul individu peut parfois communiquer le mouvement à une masse indéterminée de matière fermentescible, car, dans les deux cas, la cause du mouvement moléculaire va en se multipliant tant qu'il lui reste assez d'aliments et tant que les milieux n'ont pas été transformés, de ce fait, de telle façon que leur vie soit devenue impossible. Et cette comparaison peut se soutenir plus loin encore, car, dans les deux cas, il y a production de chaleur et formation d'acide carbonique. En effet, tous nos protorganisés respirent et produisent plus ou moins de chaleur *animale*. Dans le cas, même, où la transformation des matières hydrocarbonées est le but spécial de leur appétit, leur chaleur, s'ils sont en nombre, devient si intense qu'elle peut aller jusqu'à la production de la flamme, si les corps sont solides, et, presque

jusqu'à une sorte d'ébullition, si les corps sont liquides. Qui n'a vu le vin bouillir dans les cuves? qui ne sait que les fabriques de bières, si l'on ne les ventilait pas suffisamment, prendraient feu pendant le maltage, de même que, dans les prés ou dans les champs, les herbages ou les blés s'enflamment spontanément quand ils ont été mis en meule avant d'être suffisamment séchés? Les anciens appelèrent FERMENTATION, de *fervere*, bouillir, ces singuliers phénomènes, dont la nature leur échappait ; plus tard, quand les verres grossissants furent inventés, on put voir que certains corps accompagnaient la plupart de ces fermentations : on leur donna le nom de *ferments ;* de même, les milieux où ils opéraient devinrent les *milieux fermentescibles ;* ceux où ils avaient agi, les *milieux fermentés.*

Nous pouvons déjà nous faire de ceux des protorganisés qui méritent, par leurs actions spéciales, plus particulièrement le nom de FERMENTS, une idée qui nous suffira pour l'instant et que nous formulerons ainsi :

Les *ferments* sont des protorganisés rangés parmi les protophytes, se présentant tantôt sous l'apparence de masses organiques à contours non arrêtés (*ferments amorphes*), tantôt sous la forme de corps organisés d'une façon plus facilement appréciable (*ferments figurés*) qui agissent sous faible masse, établissant et entretenant, avec les matières *fermentescibles*, des échanges qui transforment celles-ci en matières *fermentées*. Pendant ce travail, si, dans des cas exceptionnels et mal définis, le ferment semble disparaître en entrant en combinaison avec le milieu fermentescible, dans la plupart des cas non seulement il ne cède pas sensiblement de ses éléments, mais, au contraire, il les multiplie à l'infini.

La matière organique ou protoplasmique qui constitue

la partie intérieure des ferments limités par une membrane cellulosique et qui, à elle seule, forme les ferments dits amorphes, n'est, ainsi que nous l'avons établi page 60, qu'un composé chimique le plus perfectionné de tous, dû, comme les autres, aux actions combinées de forces physico-chimiques sur les éléments minéraux. Il se trouve donc, en même temps, appartenir à la chimie, à la zoologie et à la botanique; il est comme la clef de voûte qui relie les trois Règnes; aussi, ne doit-on pas s'étonner de voir la fermentation, qui n'est, en somme, que le résultat des ébranlements moléculaires de ce composé, c'est-à-dire sa *vie*, entrer dans le programme de toutes les sciences qui ont pour but d'analyser les phénomènes qui s'accomplissent dans les êtres, quels qu'ils soient, dès qu'ils sont soumis aux influences des milieux et forcés de les subir. Comme composé chimique, le ferment est du ressort des sciences physico-chimiques; comme composé vital, il appartient, en même temps, aux sciences biologiques.

Cela explique comment bien des chimistes, entraînés par la force des choses et glissant sur une pente naturelle, ont, peu à peu, quitté le terrain des pures réactions chimiques et sont entrés sans s'en apercevoir sur celui des sciences biologiques, tandis que, par la même cause, mais en sens inverse, des physiologistes quittent le domaine des sciences naturelles pour passer sur celui des sciences chimiques, et les uns comme les autres, quoique dépaysés, se croient encore si bien chez eux qu'ils s'indignent grandement quand on se hasarde à leur faire remarquer qu'ils s'égarent peut-être. Nous dirons, tout à l'heure, ce qu'a produit cette apparente confusion; pour l'instant, nous ne ferons que la signaler comme venant à l'appui de cette affirmation de M. Berthelot : « *Les ferments sont le passage de l'or-*

ganisé à l'inorganisé, comme leurs actions sont le passage de la vie à la réaction chimique, de la physiologie à la chimie organique[1]. »

Il y a donc à étudier les fermentations en chimie, en physiologie végétale, en physiologie animale.

1° *En chimie.* — C'est de la considération des phénomènes qui se passent pendant la fermentation panaire qu'est sortie l'alchimie, qui, elle-même, a donné naissance à la science que nous connaissons sous le nom de chimie. Les rapports de la fermentation avec la chimie ne pouvaient pas être plus directs.

Historique : Alchimistes. — GERBER, ARNAUD DE VILLENEUVE, VAN-HELMONT, WILLIS, STAHL, BOERHAAVE, LAVOISIER, GAY-LUSSAC, THÉNARD, BECCARIA ; — **Modernes.**

Il n'entre pas dans notre cadre d'étudier en détail toutes les fermentations chimiques; pourtant, il nous faut les connaître, car si, d'une part, elles s'opèrent dans les laboratoires sous l'action fortuite ou provoquée de certains ferments, elles s'opèrent, de même, dans les êtres organisés, animaux ou plantes, et sont, pour ainsi dire, le point de départ de toute cette chimie, qu'on nomme physiologie, lorsque le laboratoire choisi est le corps de l'un d'eux. Simples dans le premier cas, où les ferments sont isolés, ils se compliquent en raison de la complexité même des organismes.

« L'histoire des fermentations peut être considérée comme une introduction à la chimie biologique. En effet, on voit facilement, d'après les considérations précédentes, que l'étude approfondie des ferments proprement dits, ou plutôt des organismes élémentaires et de leur manière d'être, doit

1. Berthelot, *Chimie fondée sur la synthèse*, II, 576.

devancer celle des êtres plus complexes. Nous comprenons mieux les propriétés du granit et l'influence qu'exercent sur lui l'eau et les agents atmosphériques, lorsque nous avons appris qu'il est formé de cristaux juxtaposés de quartz, de feldspath et de mica et que nous avons étudié les caractères chimiques de chacun de ces composés. De même, l'étude des manifestations chimiques de la force vitale, dans les organismes cellulaires, est destinée à jeter une vive lumière sur les fonctions plus complexes des végétaux et des animaux supérieurs[1]. »

Principales fermentations d'ordre chimique à étudier : fermentations alcoolique, lactique, acétique, butyrique, visqueuse, caproïque, de la gomme, de l'amidon, de la dextrine, de la saccharose, de la mannitose ; dédoublement de glucosides : salicine, tannin, hélicine, populine, rubbian.

Il nous faudra les connaître plus tard, tant en raison de leurs applications ultérieures à la physiologie des êtres supérieurs que parce qu'elles semblent liées à la présence de protorganismes spéciaux.

2° *En physiologie végétale.* — Que retrouvons-nous chez la plante, sinon des fermentations de gomme, d'amidon, de fécules, de saccharoses, de dextrine, avec des dédoublements de glucosides, etc., etc., s'opérant par l'action de ferments contenus dans les cellules et qu'on nomme diastase, pectase, etc., etc.? Peut-être va-t-on nous arrêter et nous remontrer que nous n'avons là que des fermentations de décomposition et, par conséquent, des fermentations qui n'ont rien de commun avec les fermentations vitales, car « les forces chimiques détruisent, la force vitale seule édifie. » Au premier abord, cette loi semble justifiée.

1. Schutzenberger, *Les fermentations*, 1879, page 3.

Toute vie animale ou végétale se résume en un double courant de composition ou assimilation et de décomposition ou désassimilation. Si le premier l'emporte sur le second, il y a *augment* ou *croissance;* si le second l'emporte, au contraire, sur le premier, il y a *déclin* ou *décroissance.* Tout être dont la vie se déroule normalement et sans accident, présente ces deux périodes séparées l'une de l'autre par une troisième, pendant laquelle il n'y a ni gain ni perte et qu'on a, pour cela, nommée période de *stase* ou d'*état.* Les forces chimiques présideraient au mouvement de désassimilation ou de décomposition, car elles tendent à réduire les composés complexes en composés de plus en plus simples, jusqu'à ce que les éléments primordiaux soient dissociés eux-mêmes. Les fermentations qui procèdent ainsi par analyse expliquent tous les phénomènes de désassimilation et même le retour après la mort des principes constitutifs des êtres qui ont vécu ; mais quelle fermentation expliquera les phénomènes d'assimilation et de composition?... C'est ce qui faisait dire à Gerhardt : « La force vitale seule opère par synthèse et reconstruit l'édifice abattu par les forces chimiques. »

Cette solution, qui établissait entre les forces chimiques et la force vitale une lutte commençant avec la vie et se continuant jusqu'à la mort, a ce vague mystérieux si recherché des esprits qui craignent d'aller jusqu'au fond des choses; mais, par contre, elle irrite les chercheurs et devient, pour eux, un véritable stimulant qui les conduit à de nouvelles découvertes. C'est ainsi que les *fermentations synthétiques* sont venues prendre place à côté des *fermentations analytiques*, et c'est ainsi que M. Berthelot, qui les a découvertes, a pu dire : « On conçoit que toute décomposition d'un principe organique puisse être renversée de façon à

reproduire le principe primitif, au moyen des corps dans lesquels il a été résolu, en opérant sous l'influence des causes réciproques avec celles qui ont produit la décomposition. A chaque fermentation doit correspondre une fermentation inverse, effectuée par des agents de même ordre et destinée à recomposer ce que la première a dissocié. Ce sont les fermentations synthétiques ; leur connaissance permettra sans doute de reproduire les mécanismes par lesquels les principes immédiats se forment au sein des êtres vivants [1]. »

3° *En physiologie animale.* — « Les fermentations sont toujours des phénomènes de même ordre que ceux qui caractérisent l'accomplissement régulier des actes de la vie animale. Elles prennent des matières organiques complexes, les défont brusquement, ou peu à peu, et les ramènent, en les dédoublant, à l'état inorganique. A la vérité, il faut souvent plusieurs fermentations pour produire l'effet total [2]. » Ainsi s'exprime M. Dumas, qui, dès 1843, avait reconnu que, chez les animaux, la plupart des actes physiologiques de désassimilation étaient dus à des fermentations. Quant aux actes de recomposition ou d'assimilation, ils se passent à n'en pas douter chez les animaux comme chez les végétaux et sont dus à des fermentations synthétiques.

Les principales fermentations qu'on rencontre chez les animaux sont les digestions buccale, gastrique, pancréatique et intestinale ; en outre, on en retrouve dans le foie, les muscles, le sang, etc. Ici encore, la vie n'est que le résultat des phénomènes produits par l'ensemble des fermentations synthétiques et analytiques. Leur histoire forme donc le fond de la physiologie animale, et nous n'en parle-

1. Berthelot, *Chimie fondée sur la synthese*, II, 589.
2. Dumas, *Traité de chimie appliquée aux arts*, 1843, VI, page 304.

rions pas si nous n'étions forcés de traiter de certains ferments anormaux qui trop souvent viennent substituer leur action à celle des ferments normaux physiologiques.

Lorsque, chez les êtres organisés, les fermentations s'accomplissent régulièrement, l'être jouit de l'état de *santé ;* mais il est rare que le cycle de l'existence se déroule sans que des causes étrangères viennent intervertir l'ordre régulier des fermentations normales et changer l'état de santé en un état de *maladie* qui toujours abrège les jours, mais qui parfois amène rapidement la mort. Dans ces cas, des fermentations anormales ont remplacé les phénomènes normaux, et l'être vivant est envahi par des ferments de maladie nommés, pour cette raison, ferments *pathologiques;* si la mort survient ils cèdent la place à d'autres que l'on dit *ferments de la putréfaction*..... Ces ferments redoutables, nos « ennemis invisibles », comme on les a appelés, qui, tous, étaient autrefois regardés comme des êtres virtuels et insaisissables, prennent dans certains cas des formes si bien définies qu'on a pu les décrire et les figurer dans un certain nombre d'affections morbides : variole, vaccine, charbon, etc., etc. Certains de ces protophytes ont même pu être cultivés et donner soit des êtres semblables aux parents, c'est-à-dire reproduisant la maladie qui les avait fournis, soit des êtres modifiés par la culture, qui reproduisaient bien aussi les mêmes accidents, mais en les aggravant ou en les affaiblissant.

A tous égards, les ferments ont donc droit à une étude approfondie de notre part.

Chimiquement parlant, comment sont constitués les ferments? D'une manière générale, on peut dire que ce sont des corps azotés qui, par leurs propriétés et leur constitution,

sont analogues à l'albumine et qu'on peut regarder comme formés de : carbone, 50 parties ; hydrogène, 6 parties ; oxygène, 30 parties ; azote, 14 parties, plus des traces de phosphore et de soufre ; de telle sorte que notre formule (p. 60) :

$C^m H^n O^x Az^y + P$... ou S, devient : $C^{50} H^6 O^{30} Az^{14} + P$ ou S.

La chaleur, les acides, les alcalis et les autres réactifs agissent sur eux comme sur l'albumine ; jusqu'à présent, on n'a vu aucun d'eux cristalliser. (?)

Toutes les matières correspondant à cette caractéristique peuvent, le plus souvent, donner plusieurs espèces de fermentations ; mais toutes, même dans les circonstances les plus favorables, ne produisent pas les fermentations d'une façon aussi complète, aussi immédiate et aussi efficace. En sorte que *chaque fermentation, tout en pouvant s'opérer avec des ferments divers, a toujours un ferment spécial*, qui agit plus vite, plus sûrement, plus efficacement. Ainsi les *Saccharomyces* sont les ferments spéciaux de la fermentation alcoolique, le *Bacterium lineola* celui de la fermentation lactique, la *diastase* celui de la fermentation maltosique, etc., etc. Leur composition générale, qui est toujours à peu près la même, explique assez comment certains ferments peuvent être comme des succédanés les uns des autres, mais on ne sait encore comment expliquer leur spécificité. On comprend bien que ces différences doivent résider dans le groupement et la proportionnalité des atomes, peut-être dans la quantité de P. ou de S., qui varie dans les différents cas ; mais la petite taille de ces êtres les soustrait pour l'instant, et les soustraira longtemps encore, sans doute, à la curiosité des chimistes.

Tous les ferments sont insolubles dans l'éther, et tous peuvent arriver à l'état solide par dessiccation, mais tous ne se présentent pas avec les mêmes caractères de solubilité.

Ceux qui sont amorphes, comme la diastase ou l'émulsine, c'est-à-dire dans lesquels la matière protoplasmique, non enserrée dans une membrane, est complètement nue, peuvent devenir diffluents; ils se fondent dans l'eau, mais ils y sont plutôt dilués et suspendus que dissous. Ils ne subissent point la dialyse; on les dit *ferments solubles*. Les autres, comme les *Saccharomyces* ou les *Bacterium*, qui sont figurés, c'est-à-dire dont le protoplasma est limité par une enveloppe plus ou moins résistante, quoique plongés dans les liquides, y gardent leurs formes; on les dit *ferments insolubles*. Nous verrons plus tard ce qu'on doit penser de cette division.

Les ferments figurés sont tous des Cryptogames; pour l'instant, les savants se sont mis d'accord sur ce point. Toutefois, à les entendre et à lire leurs mémoires, on ne sait trop s'ils en sont bien convaincus; les dénominations les plus contradictoires, en effet, tour à tour se heurtent et s'entrechoquent : microphytes et microzoaires, infusoires, mycrozymas, et surtout celle de *microbes*, qui a, sur les autres, le grand avantage de ne rien préciser. Après ce que nous avons dit, nous aurions mauvaise grâce à nous étonner; ne sommes-nous pas sur un terrain où toute séparation entre la végétalité et l'animalité est une affaire de convention plutôt que de conviction? Quant à nous, quels que soient les doutes que nous puissions avoir sur la parenté de certains d'entre eux, nous les recevrons tous, heureux de voir un sujet d'un intérêt aussi palpitant rentrer dans le cadre de notre travail. Bien plus, comme il nous semble que l'histoire de ces ferments figurés est incompréhensible si l'on ne fait, en même temps, celle des ferments amorphes, nous les étudierons conjointement. Quelque simple, en effet, que soit l'organisation d'un ferment figuré, elle se trouve encore

trop complexe pour que les phénomènes qui se passent à son intérieur puissent être facilement saisis. Il faut arriver à avoir la matière azotée complètement nue et, par conséquent, en un état qui nous montrera peut-être sans voile cette « force vitale » qui se dissimule encore trop derrière la simple membrane cellulosique.

Il y a quelques années à peine, les fermentations étaient exclusivement du ressort de la chimie, on expliquait les phénomènes par l'intervention d'une force particulière, la *force catalytique;* on sentait bien, peut-être, qu'il y avait comme une production d'une sorte de vie, se traduisant par des réactions chimiques sous l'influence d'agents physiques; en tout cas, tout s'arrêtait là. Mais, lorsqu'on eut découvert, dans certaines fermentations chimiques et pathologiques, la présence d'êtres figurés accompagnant presque toujours, sinon toujours, la production des phénomènes, la question changea brusquement de face : l'être devint la *cause* du phénomène; on n'en douta bientôt plus, lorsqu'on eût cultivé certains d'entre eux et qu'on les eût vus reproduire, après culture, des phénomènes semblables à ceux auxquels avaient présidé les parents dont ils étaient sortis. De là à prétendre que toutes les fermentations avaient leur protophyte, il n'y avait qu'un pas, qui fut bien vite franchi, et dès lors chaque fermentation chimique, végétale, animale, normale, pathologique, cadavérique, etc., fut sommée de montrer son ferment figuré et vivant, sous peine de se voir déclarer *fermentation fausse*. Beaucoup, il faut l'avouer à leur honte, se hâtèrent d'obéir et, parfois, se hâtèrent si bien que presque toutes possèdent au moins deux microbes, qui se disputent l'honneur d'être le vrai, le seul, l'unique agent *spécial* de chaque fermentation !

Les ferments devenus des *êtres vivants* et les fermen-

tations données comme des *résultats d'élaborations vitales*, telles sont les causes d'interminables discussions qui, depuis trente ans, ont défrayé les annales de la Science et menacent de les remplir pendant bien des années encore. La découverte de cette théorie remontait à un certain nombre d'années, et quelques savants l'avaient déjà soutenue, au moins pour le ferment alcoolique; mais il était réservé à M. Pasteur de la généraliser. Génie inventif, observateur habile, expérimentateur adroit, orateur entraînant, apportant des raisons plausibles pour expliquer des faits restés jusqu'alors incompréhensibles, il révolutionna la science des fermentations. Une brillante pléiade de chercheurs s'éprit de sa théorie ; chacun apporta son concours : les uns montèrent à l'assaut des doctrines chimiques de Berzélius et de Liebig, qui furent reléguées, comme à peine satisfaisantes pour expliquer les phénomènes qui se passent chez les inorganiques, pendant que d'autres conquéraient la physiologie et la médecine ; les novateurs n'apportaient-ils pas l'explication des maladies, le *causa morborum* si impatiemment recherché depuis tant de siècles ? Toutefois le point difficile n'était pas d'affirmer l'existence des microbes de maladies, c'était de les montrer, non seulement sur les malades, mais encore dans les milieux qui les entouraient ; c'était encore de découvrir comment et par quelles voies se faisait leur intromission. Il fallut ressusciter la panspermie, conception de Ch. Bonnet, qui jure de ne plus avoir, comme corollaire, la fameuse théorie de l'emboîtement des germes. Bientôt le terrain devint brûlant, la panspermie éveillait son ancienne ennemie, la génération spontanée. Tant que les ferments étaient restés du domaine de la chimie, c'est-à-dire tant qu'ils avaient été considérés comme des inorganisés, leur origine spontanée avait semblé

naturelle, et nul n'avait songé à leur en faire un crime; il n'en était plus de même actuellement, que les ferments avaient été reconnus pour être des microbes. Un microbe qui se respecte ne peut, puisque les savants lui ont accordé l'honneur de la force « vitale », avouer une aussi basse extraction ! Les panspermistes voulurent leur faire répudier les forces physico-chimiques et prouver qu'ils avaient des parents, des ancêtres, une généalogie ; les spontéparistes n'en voulurent rien croire, et la lutte devint aussi vive et aussi acharnée, si non plus, qu'aux temps de Needham et de Spallanzani.

Ces discussions, comme nous aurons occasion de le voir, ne sont que les principales; bien d'autres, tout aussi difficiles à démêler, viennent se greffer sur elles et, parfois même, sortent tellement de leur caractère purement scientifique que nous préférerons renvoyer nos lecteurs aux comptes rendus des Académies savantes, pour qu'ils les jugent. Il faut toutefois, faire la part de l'état d'irritation qu'entraînent ces questions toujours débattues; chaque combattant, tour à tour vaincu et vainqueur, croit à chaque fois avoir fait la preuve de la réalité de ses assertions; mais, au moment où il pense pouvoir prendre du repos, la question renaît sous une autre forme. Il y a lieu de reconnaître, à cet acharnement, qu'il y a dans chaque camp une certaine somme de vérité qu'on ne peut étouffer et qui survit toujours.

Il est résulté de tous ces débats que la question des ferments et de la fermentation devient chaque jour plus obscure et plus inextricable; il n'est pas un point qui ne soit contesté, et non pas par les premiers venus, mais par des esprits supérieurs, par des maîtres en l'art d'observer et en l'art d'expérimenter. Aussi, est-on tenté, au premier abord, de s'enrôler dans l'une ou l'autre de ces écoles, qui

prétendent, toujours au nom des faits, posséder le privilège de les bien voir et de les bien interpréter; dans cette sorte de guerre des Dieux, on prend fait et cause pour le premier qui parle et l'on adopte sa doctrine, exclusivement à toutes les autres, autant par lassitude que par conviction. Toutes ces écoles, en effet, quoique complètement opposées, ont chacune un corps de doctrines qui s'enchaînent et se justifient; toutes sont logiques; dans toutes, les *conclusions* semblent parfaitement sortir des *prémisses*. L'élève dirigé dans l'une ou l'autre ne comprend pas que la vérité puisse être autre part que dans les dogmes que lui démontre le maître qu'il s'est donné ou auquel le hasard l'a confié. L'éloquence de ce maître et l'attraction qui naît forcément de son contact avec ses disciples établissent, et entretiennent, des malentendus qui faussent la Science et la font dévier de sa voie droite, s'il est trop autoritaire et trop absolu.

N'appartenant à aucune coterie, nous avons essayé de juger les opinions émises par les différentes écoles, en étudiant les travaux de chacune d'elles et en nous aidant des quelques expériences que nous avons pu faire nous-même. Dans ce travail, nous avons été frappé, tout d'abord, de ce fait que certains chefs de parti étaient, avant toute chose, trop persuadés, *à priori*, que seuls ils pouvaient s'occuper du sujet. Le terrain des fermentations est traité par eux en pays conquis, qu'ils défendent avec un soin trop jaloux et sur lequel ils ne permettent aucune incursion; ils entendent dicter des lois; malheur à qui ose ne pas les admirer. Et cependant la chimie, franchissant ses anciennes limites pour entrer dans le domaine des sciences naturelles, aurait tout à gagner à tenir un peu compte de la nature et des caractères des êtres sur lesquels elle étend son empire; car

il ne suffit pas d'avoir découvert que les ferments sont des microphytes, qu'ils sont doués de la *force vitale;* il faut les traiter suivant leur nouvelle dignité et suivant le rang qu'on réclame pour eux. Si ce sont des organismes, qu'on ne s'obstine pas à expérimenter sur eux comme sur des inorganisés; toutes les expériences faites par les chimistes, dans des fioles ou dans des ballons, sont à reprendre à un point de vue plus physiologique.

Cependant, nous l'avouerons, il nous plaît de voir ces Illustres abaisser eux-mêmes les barrières que l'on prétendait exister entre les organisés et les inorganisés, et nous, qui disions que les phénomènes dits *vitaux* ne sont que des phénomènes *chimico-physiques*, nous sommes heureux de voir l'*Ecole vitaliste*, celle qui explique la fermentation par la *fonction vitale* d'un être organisé, essayer de venir déceler les mystères de cette *vie* avec une cornue et des réactifs. Néanmoins, nous nous hâtons de reconnaître, avec les naturalistes qui suivent les ferments dans la nouvelle condition qu'on leur a créée, que peut-être l'on ferait sagement de tenir un peu compte de ce que montre le microscope et de ce qu'on a découvert chez les Cryptogames très proches voisines, sinon très proches parentes, de celles qui doivent à des circonstances exceptionnelles d'être plus particulièrement désignées sous le nom de ferments. Ce sont ces considérations qui nous ont portés à étendre les limites du groupe des protorganisés, pour y faire rentrer des protophytes qui nous fournissent le moyen de relier les microbes appelés ferments avec les Champignons, d'une part, et les Algues, de l'autre, comme, d'un autre côté, nous y avons conservé les amorphes afin de nous relier aux inorganisés.

Quelque embrouillée que soit l'étude des protorganisés

par suite de l'accumulation de faits contradictoires, de mémoires de toute sorte sur les questions qui touchent à leur histoire, nous ne pensons pas que, résumée, celle-ci soit bien compliquée en elle-même. Rien n'est bien arrêté ni bien prouvé; mais cela vient surtout, croyons-nous, de ce que l'on a évité, la plupart du temps, de bien s'entendre sur le sujet qui était en discussion; il en résulte que beaucoup de travaux semblent n'être que des fins de non-recevoir ou des feintes destinées à parer certains coups. Pour nous, au reste, dont le rôle se réduit à résumer les faits avec le plus d'impartialité qu'il nous est possible, nous ferons cette exposition sans faiblesse, mais aussi sans rigueur, répétant après Sennebier : « Je me garderai bien de faire la censure des autres naturalistes qui se sont trompés en s'occupant de ce grand sujet; *je crois que ceux qui se trompent méritent des égards, parce qu'ils ont cherché la vérité et qu'ils ont cru l'avoir trouvée.* »

Le plus grand nombre des savants qui se sont occupés des ferments, peu familiarisés avec l'Histoire naturelle, ont pensé que ces êtres, dont les fonctions leur paraissaient si étranges, formaient un groupe essentiellement défini, sans relations aucunes avec les autres formes végétales, qu'ils ignoraient, au reste, et dont l'étude les eût entraînés trop loin. Dès lors, dans l'impossibilité de pénétrer plus avant dans la connaissance du Règne végétal, ils se sont parqués dans un terrain étroit, où ils se sont figuré être plus à l'aise et ont essayé d'isoler ce qu'ils nomment les vrais ferments des autres protorganisés. Nous ne sommes point de leur avis; aussi étudierons-nous :

1° Les protorganisés figurés ou *protophytes*, en comprenant sous cette dénomination non seulement les *fer-*

ments vrais, mais encore les groupes qui les relient aux Cryptogames proprement dites;

2° Les protorganisés-amorphes ou *pseudorganisés*, et la matière protoplasmique qui les relie aux corps les plus élevés de la série des inorganiques.

LIVRE PREMIER

PROTOPHYTES

Les protophytes sont des organismes figurés, à forme déterminée ou définie, parfois polymorphes, doués dans certains cas de mobilité; ils se nourrissent, s'accroissent et se reproduisent, c'est-à-dire jouissent de toutes les fonctions qu'on reconnaît aux êtres organisés vivants.

Ils brûlent de l'oxygène, font de l'acide carbonique et produisent de la chaleur; ils absorbent de l'azote, du soufre et du phosphore à l'état d'azotate, de sulfate et de phosphate. Ceux d'entre eux qui méritent plus spécialement le nom de ferments sont tués par les poisons organiques et inorganiques, et leurs actions ou fermentations sont arrêtées ou plus ou moins fortement entravées par la créosote, l'essence de moutarde et de mirebane, l'acide cyanhydrique, l'acide salicylique, l'acide borique, le borax, le bisulfite de chaux, le silicate de soude, la morphine, le chloroforme.

Tous ces caractères rapprocheraient ces êtres des animaux; toutefois, à tort ou à raison, ainsi que nous l'avons déjà expliqué plus haut, on les range tous parmi les végétaux. Considérant même qu'ils présentent des phénomènes de nutrition, analogues à ceux que l'on rencontre chez les Champignons, la plupart des savants proposent de les incor-

porer tous dans ce groupe. D'autres, au contraire, les voyant se développer surtout dans les milieux liquides, les ont tous placés dans les Algues.

Faisant toutes réserves sur la nature probablement animale de quelques-uns, mous croyons pouvoir dire qu'on peut les partager en deux sections. Dans la première, nous placerons tous ceux qui se rapprochent des Champignons; nous les appellerons *Schizomycètes* (σχίζειν, séparer; μυχῆς, Champignon). Dans la seconde, nous placerons tous ceux qui, s'enchaînant avec les Algues d'une façon très étroite, semblent être, pour ce groupe, ce que les Schizomycètes étaient pour celui des Champignons, c'est-à-dire leurs représentants les plus amoindris; nous les nommerons *Schizophycètes* (σχίζειν et φύχος, Algue).

Nous traiterons donc séparément : 1° des Schizomycètes, 2° des Schizophycètes.

CHAPITRE PREMIER

SCHIZOMYCÈTES

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Ce sont les Protophytes-Champignons; les principaux, ceux qui ont, pour ainsi dire, accaparé l'attention des physiologistes et des botanistes, sont ceux que l'on a trouvés liés à la fermentation alcoolique et qu'on a nommés *levains* (du latin *levamen,* action de lever), ou encore *levures*, de ce que leur action, par suite du développement d'un grand nombre de bulles de gaz, s'accompagne d'une sorte d'effervescence qui soulève la masse fermentescible à laquelle ilssont incorporés. Il est résulté de là que, pour plusieurs auteurs, le nom de Schizomycètes est devenu synonyme de levures. D'autres ont proposé les dénominations de Saccharomycètes [1] et de Glycomycètes, le premier parce que les levures n'agissent que sur les sucres, et le second parce que le sucre qu'elles dédoublent est la glycose. Ces noms, à notre sens, ne peuvent être regardés comme synonymes de Schizomycètes, car, s'ils s'appliquent parfaitement aux protophytes de la fermentation alcoolique, ils ne com-

1. Une des conséquences de cette manière de voir a été de faire donner le nom générique de *Saccharomyces* à tous les protophytes qu'on faisait rentrer dans ce groupe.

prennent pas certains autres qui rentrent, suivant nous, dans ce groupe. Nous étudierons les Schizomycètes : 1° dans leurs formes, 2° dans leurs fonctions.

Art. 1er. — Description des Schizomycètes.

Les Schizomycètes se divisent en trois sections : 1° les chromogènes, 2° les zymogènes, 3° les pathogènes. Tous, peut-être, peuvent occasionnellement se suppléer, mais chacun a sa *spécialité*, c'est-à-dire opère de préférence dans telle ou telle condition et agit plus sûrement en donnant des produits plus perfectionnés ; c'est ce qui autorise la subdivision.

1re Section. — Schizomycètes chromogènes.

Ce groupe n'était, il y a deux ans à peine, représenté que par une seule espèce, le *Cryptococcus glutinis* Fres., qui colore en rouge la colle d'amidon ou empois laissé longtemps exposé à l'air et à l'humidité. On rencontre ce protophyte dans des gouttes de glaire rose-pâle ou rose-rouge qui se forment à la surface de la colle. Il se présente sous forme de cellules ovales, elliptiques ou cylindriques, isolées ou bien réunies en chapelets courts, de deux à trois anneaux. La colle de pâte ou d'amidon peut être aussi colorée en rouge par un organisme dont nous parlerons plus tard, le *Micrococcus prodigiosus*, qui s'en distingue par la petitesse des cellules et qui se développe *dans* la matière fermentescible et non *à la surface*.

M. Hansen admet les faits suivants : 1° Sous le nom de *Cryptococcus glutinis* Fres., se cachent en réalité plusieurs *Saccharomyces* colorés en rouge et des cellules rouges qui ressemblent à des organismes de ce genre. 2° Outre la forme décrite par M. Cohn, sous le nom de *Saccharomyces*, il en existe deux autres, dont la première est pourvue d'ascospore, comme un véritable *Saccharomyces*, et la seconde, de cellules qui, dans un liquide fermentescible, se comportent comme un *Saccharomyces* et se multiplient par bourgeonnement, tandis que, sur un substratum solide, elles développent des tubes germinatifs. 3° Les tubes, de même que la cellule mère dont ils sont issus, poussent des bourgeons dans un liquide fermentescible.

2ᵉ Section. — Schizomycètes zymogènes.

Les plus importants sont ceux qui semblent être plus spécialement chargés de décomposer les solutions sucrées et de faire de l'alcool et de l'acide carbonique; ce sont eux qui peuvent être appelés Saccharomycètes, ou Glycomycètes; mais, à côté, se trouvent d'autres protorganisés qui donnent naissance à des fermentations d'une autre nature : tels sont ceux qui produisent la maladie des vins qu'on nomme l'*amer*, tels sont ceux qui déterminent la fermentation gallique, et tous les *Hygrocrocis* qui amènent des fermentations certaines, mais non encore chimiquement définies. — Nous aurons donc à passer en revue : 1° les ferments alcooliques, 2° les *Hygrocrocis*.

§ I. — Ferments alcooliques.

Quel est le mortel qui, le premier, imagina de faire agir les unes sur les autres des substances ayant la propriété de produire ce liquide singulier, l'alcool, qui concentre en lui toutes les forces vivifiantes du soleil? Comment l'homme est-il devenu possesseur de ces liqueurs fermentées, *eaux-de-vie* où breuvages de mort, qui, suivant la provenance, la dose ou le mode d'administration, soutiennent, excitent, exaltent les forces physiques et l'intelligence, ou bien les dépriment, les abattent, les annihilent, donnent des ailes à la pensée ou produisent l'abêtissement, l'abrutissement et la dégradation? Son invention se perd dans les lointaines obscurités de l'histoire; aussi loin que nous en sondions les profondeurs, nous trouvons l'alcool sous une forme ou sous une autre. Qui pourra nous expliquer comment il se fait qu'à cette heure, sur n'importe quel point du globe, chez les peuples encore barbares comme chez les nations civilisées, dans les déserts aussi bien que dans nos villes, dans les huttes des sauvages qui habitent les îles perdues ou encore à découvrir, aussi bien que dans les luxueux cafés des capitales du monde civilisé, chacun s'abreuve de liquides dont l'*esprit* est toujours la base, chacun l'ayant obtenu par un procédé différent : les pasteurs ayant utilisé le lait de leurs troupeaux, pendant que les peuples chasseurs l'obtenaient de la chair de leurs victimes, et que les agriculteurs le tiraient de leurs céréales, de leur miel et des fruits de la terre?

Faut-il admettre qu'un Dieu soit descendu de l'Olympe pour en-

seigner la fabrication de ces liqueurs? faut-il croire à un Prométhée dérobant au ciel l'*esprit de feu* pour le faire connaître aux mortels? ou bien faut-il admettre que ce soit par instinct que l'homme ait en tout temps, à toutes les époques, dans tous les pays, fabriqué de l'alcool, comme l'abeille fabrique sa cire? ..... Nous sommes plutôt portés à penser que c'est de la contemplation des phénomènes des fermentations naturelles que l'homme est arrivé, par des déductions intelligentes, à conclure à la possibilité de la fermentation provoquée. C'est de même, sans doute, qu'il est arrivé à découvrir le *feu :* l'embrasement spontané d'amas de feuilles ou d'herbages lui a donné la première étincelle, qu'il s'est bien gardé de laisser éteindre en attendant qu'il ait trouvé le moyen de la produire à volonté; de même, sans doute, a-t-il été conduit à la découverte de l'*esprit de feu,* et le soin jaloux avec lequel le *levain* était gardé dans chaque famille rappelle tout à fait celui avec lequel le feu était autrefois confié à l'incessante vigilance des prêtresses de Vesta.

Dans l'un comme dans l'autre cas, l'art n'a été que l'application intelligente des données fournies par l'observation des phénomènes naturels. Or, comme ces phénomènes sont universellement répandus, on s'explique par là, à merveille, comment l'usage des boissons excitantes peut se retrouver par tout le globe, même chez les peuples qui n'ont jamais eu de rapports avec les nations civilisées. Bien mieux, rien ne s'oppose à ce que nous admettions que, comme le feu, son congénère, l'alcool ait une origine bien autrement reculée que celle qu'on serait tenté de lui supposer, et que l'homme préhistorique des terrains miocènes ait été en possession du secret de la fabrication du pain et des liqueurs fermentées.

Cependant, quand on veut l'aborder scientifiquement, le problème se montre très compliqué, et il a fallu les efforts de bien des générations pour arriver à le saisir dans son ensemble. Il faut arriver jusqu'en 1300 pour voir Arnaud de Villeneuve isoler l'alcool.

Historique. Cfr. : **Alchimistes. —** PETRUS BONUS DE FERRARE, BASILE VALENTIN, LIBAVIUS, VAN-HELMONT, WILLIS, SYLVIUS DE LA BOE, WREN, LÉMERY, STAHL, BOERHAAVE, LAVOISIER.

« Les effets de la fermentation vineuse, dit Lavoisier [1], se réduisent à séparer en deux portions le sucre qui est un oxyde, à oxygéner l'une aux dépens de l'autre pour en former de l'acide

1. Lavoisier, *Eléments de chimie*, I, 2e édit., page 139.

carbonique, à désoxygéner l'autre en faveur de la première pour en former une substance combustible qui est l'alcool, en sorte que, s'il était possible de recombiner ces deux substances, l'alcool et l'acide carbonique, on reformerait le sucre. » Donc :

Moût de raisin = Alcool + acide carbonique.

Cfr. : GAY-LUSSAC, DUMAS ET BOULLAY, SCHMIDT, DUBRUNFAUT, PASTEUR, BERTHELOT, BÉCHAMP, DUCLAUX, CUGINI, BONNAFÉ, MUNTZ, etc.

La fermentation alcoolique peut se définir la transformation de la glycose en alcool, en acide carbonique et en quelques principes d'une importance tout à fait secondaire. Quels sont les agents de cette transformation?

Les levures et les levains semblent avoir été connus et empiriquement utilisés depuis presqu'aussi longtemps que les fermentations; dès la plus haute antiquité, on semble s'être aperçu que non seulement les liquides sucrés et la farine réduite en pâte, abandonnés à eux-mêmes, pouvaient fermenter, mais on paraît avoir compris que certains produits de ces actions pouvaient, étant mélangés à des liquides neufs ou à de la pâte fraîche, déterminer plus sûrement et plus rapidement une fermentation nouvelle. C'est dans ce but que partout on prend soin de conserver des levains. Mais il faut arriver au XVe siècle pour voir découvrir le ferment proprement dit; cela se conçoit, la découverte du microscope devait précéder celle des objets qu'on ne peut voir qu'avec lui.

En 1678, Leeuwenhoeck découvrait, dans la mousse de bière, des corpuscules, qu'il décrit avec une netteté telle que sa description est meilleure que bien d'autres données depuis. Sa découverte ne semble pas, cependant, avoir fortement impressionné ses contemporains ni ceux qui le suivirent; peut-être, comme aujourd'hui, accusait-on le microscope de montrer trop de choses? Quoi qu'il en soit, Stahl, Boerhaave, Willis, Fabroni, détournés de toute autre considération par leurs préoccupations d'ordre purement chimique, ne virent dans le ferment rien autre chose qu'un corps de nature azotée. Il faut arriver au commencement de ce siècle pour voir reprendre en sous-œuvre la découverte de Leeuwenhoeck. En 1813, le pharmacien Astier écrit : « L'air est le véhicule de toute espèce de germes origines du ferment; ce ferment d'*essence animale* est en vie et se nourrit aux dépens du sucre, d'où il résulte une rupture d'équilibre aux dépens

du sucre. » Astier ouvrit ainsi l'ère des grandes discussions et des grands débats; sa définition les contient toutes en germes.

Cfr. : KIESER, PERSOON, DESMAZIÈRES, MEYEN, CAGNIARD-LATOUR, TURPIN, SCHWANN, MITSCHERLISCH, THÉNARD, KUNZE, KÜTZING.

De nos jours, on s'accorde pour regarder les ferments alcooliques comme appartenant au groupe des Champignons et on les range dans deux genres qui sont nommés, le premier *Saccharomyces*, le second *Carpozyma.* Ces ferments varient suivant l'âge et suivant l'espèce et sont composés d'une ou plusieurs cellules de formes et de tailles diverses. L'enveloppe extérieure est composée de cellulose, et le contenu se présente sous forme de plasma granuleux.

Les ferments alcooliques, ainsi que nous venons de le dire, donnent deux produits principaux : l'alcool et l'acide carbonique; dans l'industrie, on a utilisé ces deux produits, le premier pour la fabrication des boissons, le second pour celle du pain. Nous aurons donc à examiner successivement : 1° les fermentations alcooliques proprement dites, 2° la fermentation panaire.

1° BOISSONS FERMENTÉES.

Nous faisons rentrer dans ce groupe toutes les fermentations qui ont non seulement pour effet de produire de l'alcool, mais qui ont comme but de le fixer dans les liquides de la fermentation qui deviennent des boissons alcooliques. Il se présente deux cas : dans le premier, les matières fermentescibles sont d'origine végétale; dans le second, elles sont d'origine animale.

A. — **Boissons fermentées d'origine végétale.**

Les boissons alcooliques d'origine végétale sont nombreuses; aussi serons-nous obligés de les classer en trois catégories, d'après la nature des moûts.

Dans la première, le moût est naturel, c'est-à-dire qu'il se trouve tout préparé dans le fruit; on le fait fermenter directement sans addition d'eau. — Ce sont les *Vins.*

Dans la seconde, la glycose se trouve aussi formée naturellement dans les fruits; mais on ajoute de l'eau aux jus pour faire un moût qu'on fait ensuite fermenter. — Ce sont les *Cidres* et les *Poirés.*

Dans la troisième, le moût est fait artificiellement d'eau et de glycose obtenue par une fermentation préliminaire. — Ce sont les *Bières*.

a. — Des Vins.

D'après Littré, le mot vin serait tiré de l'hébreu *iin*, qui signifie vin et qui vient lui-même de *ioum*, faire effervescence. On conçoit pourquoi on a autrefois désigné sous ce nom toutes les boissons fermentées; nous le réservons spécialement à celles qui sont obtenues par la fermentation *directe* d'un suc végétal sucré, que ce suc



Fig. 31. — *Saccharomyces ellipsoïdeus* Reess, d'après Engel.

soit une sève ou un jus tiré par expression des fruits. Le plus intéressant pour nous est celui qu'on retire du raisin; c'est aussi de ce vin qu'il sera plus spécialement question ici.

« C'est avec le jus de raisin qu'on fait le vin; ce jus est formé de beaucoup d'eau, d'une grande quantité de sucre, d'une matière particulière, très soluble dans l'eau, et d'une petite quantité de mucilage, de tartrate acide de potasse, de tartrate de chaux, de sel marin, de sulfate de potasse [1]. » — « Les vins rouges proviennent du moût des raisins noirs avec l'enveloppe de leurs grains; et les vins blancs, des raisins blancs, ou bien encore du moût de raisin noir fermenté sans enveloppe [2]. » Ces définitions succinctes résument à peu près tout ce que l'on savait de positif, il y a quelques années, sur le produit de la fermentation du fruit de la vigne.

La Vigne. — Sa patrie, son aire de dispersion, son importation; conditions de sa végétation; ses espèces et ses variétés. Viticulture.

1. Thénard, *Traité de chimie*, t. III, page 417.
2. Thénard, *Traité de chimie*, t. III, page 419.

Du Vin. — Son histoire. Sa fabrication ou Vinification, récolte ou vendanges, égrappage, foulage, cuvage ou fermentation, refoulage, pressurage, envaissellage, soutirage, collage, élevage. Conditions de conservation du vin; ses maladies, sa longévité, sa mort... Distillation de l'alcool, eaux-de-vie.

Pendant tout le cours de sa vie, le vin est sous l'influence des ferments. Ce sont eux qui décident de son existence. On connaît

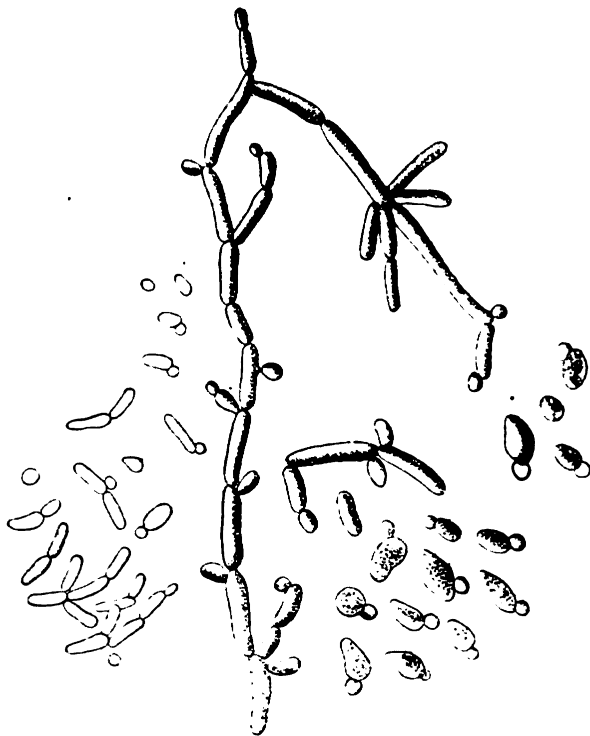


Fig. 32. — *Saccharomyces Pastorianus* Reess. d'après M. Pasteur.

surtout ceux du cuvage ou fermentation primitive et ceux de la première enfance; les premiers se trouvent dans le moût, où ils apparaissent spontanément; on trouve les seconds dans la mousse qui se produit vers la bonde au début de l'envaissellage et qui, à la fin de cette période, se précipitent au fond du tonneau, où ils forment la première *lie*.

M. Pasteur a indiqué, décrit et figuré deux ferments primaires du

vin. Ce sont : 1° le *Saccharomyces ellipsoideus* REESS (fig. 31), et 2° le *Saccharomyces Pastorianus* REESS (fig. 32), auxquels il faut ajouter trois autres espèces, découvertes depuis, qui sont : 3° le *Saccharomyces exiguus* REESS (fig. 33) ; 4° le *Saccharomyces Reesii* SCHÜTZ.; 5° le *Saccharomyces conglomeratus* REESS (fig. 34) :

Description de ces différentes espèces de ferments du vin. Cfr. : PASTEUR, REESS, ENGEL.



Fig. 33. — *Saccharomyces exiguus* REESS, d'après M. Engel.

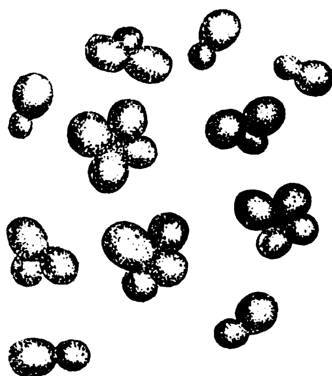


Fig. 34. — *Saccharomyces conglomeratus* REESS, d'après M. Engel.

Les ferments de la *première lie* ne sont, en général, que les cellules usées et précipitées des ferments du cuvage ; ils peuvent, toutefois, encore se rajeunir et opérer, à l'occasion, de nouvelles fermentations. Cependant, en outre, il paraît en exister d'autres. « J'ai constaté, dit Cl. Bernard, que le ferment de la lie du vin est plus gros que le ferment de la surface ; ce ferment ajouté à du jus de fruits pourris donne lieu rapidement à la fermentation. »

Description. — Cfr. : GAY-LUSSAC, COLIN, BOUCHARDAT, REESS, ENGEL.

Des vins naturels et des vins artificiels ou frelatés dans les rapports avec la santé publique. — De la classification thérapeutique des vins naturels : A. BOUCHARDAT. — **Des vins médicinaux ou œnolés** : Cfr. E. BOURGOIN.

Nous devons rapprocher du vin de la Vigne certaines autres liqueurs qui, comme lui, sont préparées par fermentation directe

et sans addition d'eau au liquide. On fait ainsi du vin avec la sève de l'Érable à sucre (*Acer saccharinum*), du Bouleau (*Betula alba*), des Palmiers et de l'Agave ; ces deux derniers sont les plus intéressants.

b. — Cidres.

Le mot cidre dérive, paraît-il, du latin *sicera*, qui lui-même sort du grec σίκερα, dont on arrive à trouver la racine dans le mot hébreu *schécar*, boisson enivrante, de *schâcar*, enivrer. Le nom de cidre a été donné à toutes les boissons enivrantes autres que le vin ; les bières elles-mêmes ont été, paraît-il, désignées à un moment sous cette dénomination. Nous avons dit pourquoi nous réservions une classe à part aux bières ; il nous reste donc encore dans ce groupe, outre les boissons obtenues par la fermentation des pulpes de fruits sucrés frais (pommes et poires), toutes celles dans lesquelles on est obligé, comme pour les premieres, d'ajouter de l'eau dans le but de composer le moût fermentescible. Les boissons faites avec les dattes, les figues, les jujubes, les raisins secs, etc., rentrent dans ce groupe, aussi bien que les boissons obtenues par la macération dans l'eau des *marcs* provenant du pressurage de la vendange. Toutefois, l'usage a réservé le nom de cidres aux boissons faites avec les poires (*poirés*) ou avec les pommes (*pomés* ou *pomades*).

Les Poiriers et les Pommiers. — Leur patrie, ont-ils été introduits en France ou bien sont-ils indigènes? — Espèces et variétés. Leurs qualités diverses pour la fabrication des cidres.

Du Cidre. — Son histoire ; sa fabrication ; récolte ou gaulage, triage, maturation, pilage, fermentation ; procédés divers, premier pressurage (gros cidre), deuxième et troisième pressurage (petit cidre) ; soutirage et éliage, collage ; coloration ; élevage (cidres mousseux et cidres gracieux) ; cidresse. Conditions de conservation du cidre, ses maladies, sa mort. — Eau-de-vie et alcool.

Le caractère le plus saillant de la préparation du cidre est l'addition d'eau à la pulpe des fruits pour en composer le moût. De l'avis de tous, le choix de cette eau a une importance capitale : la qualité du cidre en dépend ; mais, là où l'on cesse d'être d'accord, c'est sur le choix lui-même. On croyait autrefois, et quelques personnes

soutiennent encore aujourd'hui, que l'eau qui doit être préférée est l'eau croupie des mares ; pour elles, les eaux de sources, de rivières, de puits et de pluie donnent des cidres pointus. Pour d'autres [1], au contraire, c'est là « un préjugé fâcheux, contre lequel tous les hommes sensés doivent s'élever avec énergie... Les *eaux séléniteuses* et les eaux des *mares mal entretenues* sont donc tout à fait impropres à la fabrication du cidre et nuisent essentiellement



Fig. 35. — *Carpozyma apiculatum* ENGEL, d'après M. Engel.

à sa qualité comme à sa salubrité. » Certains cultivateurs prétendent même que le cidre fait avec les eaux croupies *se tue* rapidement, ce qui signifie que sa couleur de blanche ou jaunâtre devient verdâtre, sombre ou même noire, pendant que le goût et le parfum disparaissent pour laisser un liquide plat et insignifiant. Cela s'expliquerait assez par l'action des effroyables quantités de microphytes de toute espèce (particulièrement ceux de l'acide butyrique) qui ont été incorporés aux jus avec ces eaux. D'autres attribuent ces accidents soit aux terrains ferrugineux qui ont donné les fruits, soit à l'état d'acidité des tonneaux où l'on a enfermé la liqueur.

Le ferment qu'on rencontre surtout dans la fermentation des cidres est le *Carpozyma apiculatum* ENG. (fig. 35).

« Le ferment le plus remarquable et, en même temps, le plus abondant de la nature est celui que j'ai désigné jusqu'ici sous le nom de *ferment apiculé ;* on le rencontre sur toutes les espèces de fruits, principalement sur les baies et les drupes et, par conséquent, dans les moûts qui en sont extraits. M. Reess l'a trouvé dans une bière belge. Je l'ai rencontré dans une bière de l'Obernai. La plu-

1. De Boutteville (L.) et Hauchecorne (A.), *Le Cidre*, page 301.

part, je pourrais presque dire toutes les fermentations de moûts de fruits sont provoquées par la végétation de ce ferment. C'est lui, sauf quelques rares exceptions, qu'on voit bourgeonner en premier lieu. »

D'après M. Hansen, les spores se développeraient sur les fruits mûrs et tomberaient à terre en assez grande quantité pour qu'on puisse en recueillir sur le sol. D'après M. L. Boutroux elles seraient emmagasinées par les insectes et conservées ainsi jusqu'au retour de la saison où elles pourraient végéter à nouveau.

Description du ferment apiculé, *Carpozyma apiculatum* : Cfr. ENGEL.

Le cidre est une excellente boisson, qui par son acide tannique tonifie les fonctions de l'estomac ; de plus, la faible proportion d'alcool qu'elle contient, 4 à 5 0/0, la rend excitante, sans cependant la faire irritante. Toutefois, en Normandie, bien des gens ne pensent pas ainsi et, la trouvant trop froide, prennent l'habitude de couper le repas par une rasade d'eau-de-vie.

Les principales boissons qu'on peut classer dans les cidres sont : celles des fruits du Groseillier rouge (*Ribes rubrum*), du Groseillier à maquereau (*Ribes uva-crispa*, var. *grossularia*), du Prunier (*Prunus domestica*), du Prunellier (*Prunus spinosa*), du Pêcher (*Persica vulgaris*), du Cerisier (*Cerasus communis*), du Sorbier (*Sorbus domestica*), du Merisier (*Cerasus avium* dont l'alcool est appelé *Kirsch-Wasser*), du Grenadier (*Punica Granatum*), de la Canne à sucre (*Saccharum officinarum*), etc., etc. ; et parmi celles fabriquées par fermentation de fruits secs, celles de raisins secs (le *Sakaroum* des Arabes), de figues, de dattes, de jujubes, de pommes et de poires desséchées, etc., etc.

c. — Bières.

« La bière, dit Olivier de Serres, est une boisson faite avec des grains ; diversement nommée suivant les pays et les langues, chacun aiant sa particulière appellation, comme Medon, Guttal, Cervoise, Queute, Alle, et semblables, usitées en Lorraine, Angleterre, Ecosse, Flandre, Allemaigne, Pologne, Bohême, Danemarch, Moscovie, et aux nations septentrionales... » C'est encore la boisson la plus généralement répandue ; il n'est, pour ainsi dire, aucune matière féculente qui n'ait été mise à contribution pour fabriquer cette liqueur alcoolique. On la rencontre dans tous les temps et à peu près chez tous les peuples, aussi Tacite pourrait-il répéter pour tous ce qu'il disait des Gaulois : « Ainsi le pays entier s'enivre, car ils avalent ces boissons pures sans les tempérer ni les affaiblir par

l'eau (comme on le fait pour le vin). La terre semble n'avoir donné que des grains à ce peuple, or, admirez le génie du vice, il a trouvé le moyen de rendre l'eau enivrante. »

De la Bière. — Son histoire chez les anciens : Egyptiens, Grecs, Romains, Germains et Gaulois ; chez les modernes : Chinois, Japonais, Américains, etc.

Fabrication de la Bière. — 1° Maltage (mouillage, germination, dessiccation, touraillage et mouture) ; 2° cuvage (préparation du moût, houblonnage, guillage).

Fermentation spontanée ou fortuite ; fermentation provoquée : 1° par haut ou par levure supère ; 2° par bas ou par levure infère.

Dans la fermentation provoquée, si l'on trouve des ferments à la fin de l'opération de la fermentation, on sait quels ils sont et d'où ils viennent. On les a semés en nombre proportionnel à la quantité de sol fermentescible à exploiter ; c'est donc une simple culture. Les *Saccharomyces* se sont conduits comme toute autre plante en semblable occurrence : trouvant un sol parfaitement approprié à leurs besoins, ils se sont multipliés, et, lors de la récolte, on recueille le produit de leur végétation, leurs germes (bulbilles et spores) pour une autre fermentation. Mais la production des ferments n'est pas précisément le but pour lequel on les cultive, car, s'ils sont les facteurs de l'opération, c'est la modification du sol qu'ils provoquent dont on s'inquiète surtout.

Ici, on veut la transformation du sol sucré en sol alcoolique, et l'on profite des appétits du *Saccharomyces* pour obtenir ce que l'on désire. Quant à lui, lorsqu'on a prélevé sur la récolte la quantité nécessaire pour les opérations suivantes, on le rejette le plus souvent comme inutile.

Aux deux sortes de fermentations par haut et par bas correspondent deux sortes de levains ou de levures, et les brasseurs le savent si bien qu'ils se gardent de les mélanger ; ils attribuent à chacune d'elles des propriétés particulières et admettent qu'elles donnent aux produits des saveurs différentes. Au reste, les ferments se présentent avec des caractères appréciables. On les nomme tous *Saccharomyces cerevisiæ* MEY. C'est le ferment qui a été, le premier, aperçu et décrit, en 1678, par Leeuwenhoeck, et c'est lui qui a donné l'idée de rechercher tous ceux que nous avons déjà signalés dans les boissons fermentées.

1° *Ferment supère.* — Les cellules sont ovales, elliptiques, mesurant 10 à 12 millièmes de millimètres [1] dans le sens de leur plus grand diamètre. Sous la membrane enveloppante, mince, élastique, incolore, est un protoplasma granuleux contenant une ou deux gouttelettes graisseuses, de dimensions variables, réfractant fortement la lumière. En vieillissant, le contenu perd son aspect granuleux et ses gouttelettes. Un espace hyalin se montre au centre et grandit; c'est

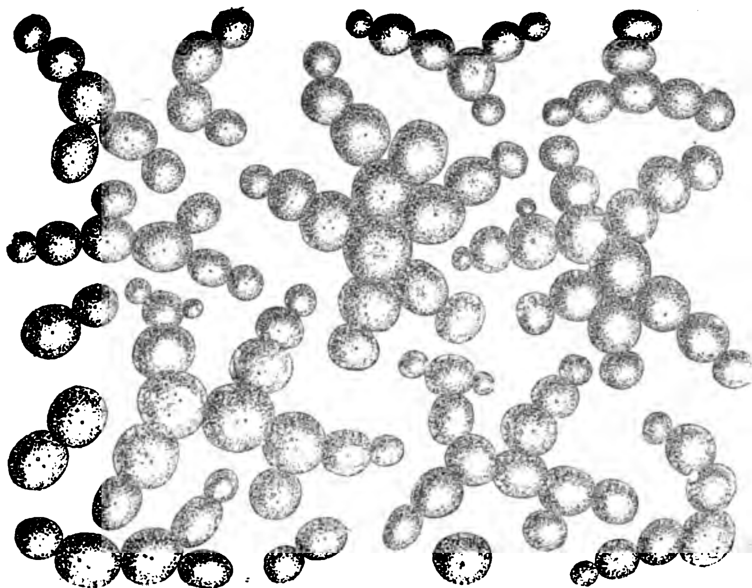


Fig. 36. — *Saccharomyces cerevisiæ* Mey, levure haute (en végétation).

probablement ce que Kützing appelait la vésicule (*vesicula cava interna*). A l'état de repos, les cellules sont isolées ou bien accolées deux par deux (fig. 37); dans l'état de végétation au milieu du moût, elles sont réunies par douze ou quinze, formant de petits flocons de chapelets se ramifiant du centre (fig. 36). Cette plantule, placée dans le milieu fermentescible préparé pour elle, végète avec vigueur, si on lui donne une température d'au moins 14 degrés, pouvant monter jusqu'à 18 et 20; l'effervescence qu'elle détermine est rapide, intense, la température du liquide qui fermente s'élève jusqu'à 21 et

1. On a pris pour unité le millième de millimètre et on le représente par le signe μ; 10 à 12 millièmes de millimètres égalent donc 10 à 12 μ.

même 28°, et les bulles de gaz, plus grosses, plus abondantes, plus répétées, s'échappant des cellules qui composent les flocons, les

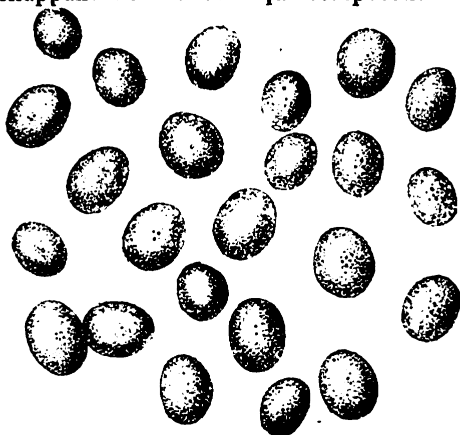


Fig. 37. — *Saccharomyces cerevisiæ* MEY, levure haute (vieillie).

soulèvent et les entraînent avec elles à la surface du liquide, où elles forment la mousse.

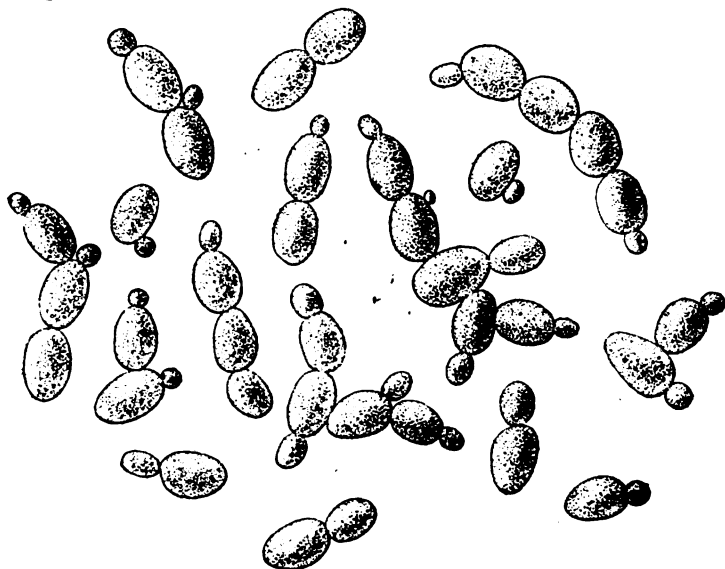


Fig. 38. — *Saccharomyces cerevisiæ* MEY, levure basse (en végétation).

2° *Ferment infère* (fig. 38). — Les cellules sont rondes ou ovales; elles mesurent 8 à 9 μ dans le sens de leur plus grand diamètre.

quelquefois sont plus petites. Leur membrane et son contenu sont tout à fait semblables à ce que nous avons décrit chez le ferment supère et se conduisent de même en vieillissant. Au repos, les cellules sont plus souvent isolées, et, quand elles sont en action dans le moût, elles se réunissent par quatre ou six tout au plus. Cette plantule se plaît et végète à une température de 7 à 12°. Son action est calme et lente : elle met plusieurs jours à opérer les transformations; aussi la chaleur produite par les actions chimiques est répartie en un plus long espace de temps; il en résulte que la température du moût s'élève à peine de quelques degrés : il marque 13 à 14°, tandis

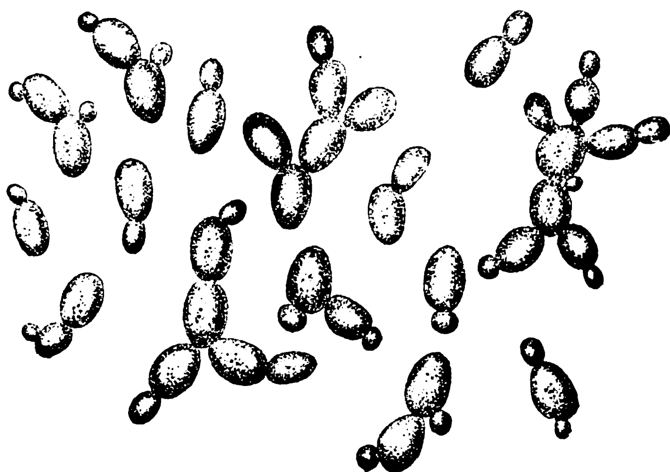


Fig. 39. — Nouvelle levure haute, d'après M. Pasteur.

que celle des caves est maintenue au-dessous de 10°. L'effervescence est lente; aussi, la bulle qui s'échappe de la cellule la soulève bien pendant quelque temps, mais elle s'échappe avant de l'avoir remontée à la surface; abandonnée à elle-même, la cellule redescend, pour s'élever et retomber encore. Plus la fermentation se calme, moins les voyages de chacune des cellules sont longs et fréquents; bref, à la fin de l'opération, toutes sont couchées au fond de la cuve. Le ferment est infère.

Sont-ce deux espèces différentes ou deux variétés? Opinions des brasseurs; opinions de Pasteur, Reess, Trécul. — **Nouvelle levure haute (fig. 39). Levure caséeuse (fig. 40). Ferment de la lie de bière (fig. 41)** : A. Bouchardat.

Pour M. Pasteur, chacune de ces levures a son mode d'action, et le goût de la bière, ainsi que ses caractères physiques, varie encore en raison de l'emploi de tel ou tel ferment, en particulier. Chacun

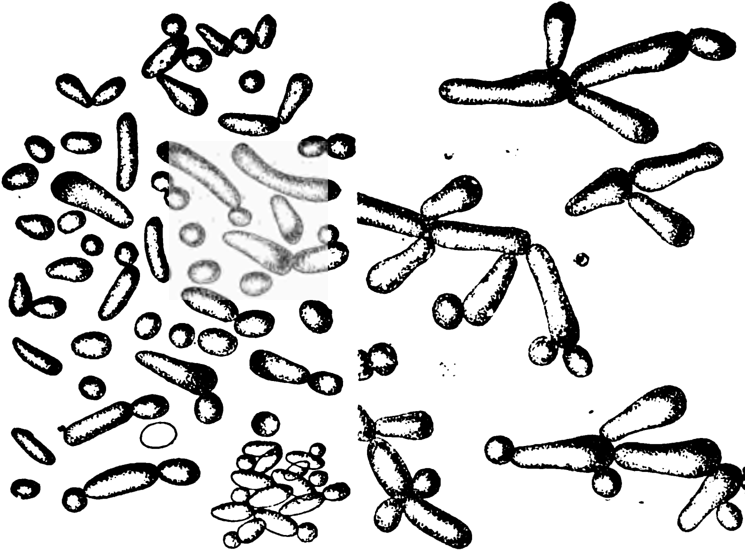


Fig. 40. — Levure caséeuse, d'après M. Pasteur.

donne une saveur spéciale : ainsi le *Saccharomyces Pastorianus* donne un goût vineux parfaitement reconnaissable. Il y a donc intérêt à séparer les levures, afin de les utiliser, à l'état de pureté,



Fig. 41. — Ferment de la lie de bière. *Fermentum fæcis* A. Bouch.; *Saccharomyces fæcis.*

suivant le résultat qu'on veut avoir. C'est pour cela que les brasseurs se gardent bien de mélanger la levure haute avec la levure basse et qu'ils les recueillent séparément. Mais cela ne suffit pas, car, malgré toutes les précautions que l'on peut prendre, il y a tou-

jours mélange, en quantité diverse, de *Saccharomyces ellipsoïdeus, exiguus, Pastorianus*, etc., etc. Il faut, pour arriver à avoir chacun d'eux en état de pureté parfaite, lui faire subir une série de cultures souvent assez compliquées. M. Pasteur est, dit-il, arrivé à ce résultat après avoir étudié attentivement les conditions favorables à chaque ferment; il a pu faire l'élimination successive de ceux qui y étaient mêlés et qui, dans cette *lutte pour l'existence*, renonçaient successivement à apparaître, ne trouvant pas les conditions qu'ils désiraient; il finissait par ne plus avoir que celui qui s'y trouvait le mieux. Il opérait artificiellement la *sélection naturelle*, en épuisant à plusieurs reprises la levure impure par de l'eau sucrée et la rajeunissant ensuite alternativement dans un moût purifié.

Nous admettons, avec M. Pasteur, que les *Saccharomyces* peuvent, suivant leur espèce, donner aux bières des saveurs diverses. Mais il nous semble que leur rôle est moins important qu'on semble le croire : on doit tenir compte du milieu fermentescible, du mode de préparation des moûts et de la rapidité de la fermentation. C'est même, peut-être, à la différence d'activité des diverses variétés qu'est due surtout la différence des saveurs. Tous les *Saccharomyces cerevisiæ* ont, sans doute, le même type originel et les variétés ne se sont produites que parce que, dans la culture, on a fait varier les conditions extérieures, ce qui a amené des changements dans la forme, les dimensions, les appétits et, par conséquent, dans les produits. Mais tout n'est pas là encore, et le goût d'une bière dépend du mode d'*empâtage* autant que de l'*ensemencement*. Toutefois il est certain que le goût doit être bien plus franc dans les bières pour lesquelles le levain est composé uniquement d'un même ferment que dans celles où le levain en contient plusieurs, et qu'il doit différer surtout des bières où la fermentation alcoolique est aidée ou modifiée par l'intervention de toutes sortes d'organismes dont les actes peuvent varier, se contrarier, et qui, absorbés en quantités innombrables dans la bière, peuvent lui donner des saveurs bien diverses [1].

Envaissellage de la bière. — Sa conservation. Ses maladies; leurs causes; moyens de les traiter. — Mort.

D'après M. Payen, un litre de bière représente de 48 à 50 grammes de matières solides, dont le pouvoir nourrissant est presque

1. Hansen (E.-Ch.), *Contribution à la connaissance des organismes qui peuvent se trouver et vivre dans la bière et le moût de bière*. Carsberg, 1879.

égal à un poids équivalent de pain. En effet, cet extrait est composé d'une petite quantité de matières azotées assimilables, de sels terreux et d'une forte porportion d'aliments respiratoires. « Cependant il est probable que le pouvoir nutritif réel de cet extrait est plus considérable, en raison de ce que les principes alibiles de l'orge ont revêtu, pendant le maltage, la forme la plus favorable à l'assimilation de la jeune plante [1]. » Peu chargée d'alcool, mais très aqueuse, la bière n'est pas la boisson qu'il faut choisir quand on a besoin de surexciter le système nerveux et de relever l'énergie ; elle donne de la graisse, lave les muscles, rend le sang lourd et les idées épaisses. Elle peut être utilisée dans les cas où l'on a besoin d'un breuvage sain, frais, apéritif, nourrissant, mais peu alcoolique. En moyenne, la bière ne contient que 4 0/0 d'alcool. Les peuples qui n'ont pas, comme nous, le choix des boissons et ne peuvent user du vin quand il leur paraît utile, rémédient à la platitude de la bière en buvant de l'eau-de-vie de genièvre. Remède pire que le mal.

La bière est une boisson diurétique, et, à ce point de vue, on peut l'employer comme médicament. Hippocrate donnait de la bière à ses malades et parfois la faisait couper de lait, ce qui composait le *Zythogala*. Pour certains médecins, elle semble avoir été un spécifique ; de nos jours, on l'emploie, parfois encore en médecine, mais en l'unissant avec des médicaments divers, ce qui compose les bières médicinales ou *brutolés*. Ce sont des breuvages que l'on obtient, soit en faisant fermenter directement les plantes médicamenteuses avec le moût non houblonné, ce qui rappelle la bière des anciens ; soit en prenant du moût houblonné, ou, encore, en se servant de la bière toute faite et en la faisant agir par fermentation secondaire sur les médicaments. On a ainsi la sapinette, la bière au lichen, la bière au quinquina, la bière diurétique, la bière antiscorbutique, la bière iodée, etc.

B. — **Boissons fermentées d'origine animale.**

Cette classe de boissons semble bien différente des précédentes ; pourtant nous pouvons passer facilement des unes aux autres. L'hydromel lui-même, qui est obtenu par la fermentation du miel, production animale, pourrait, dans certains pays, être regardé comme un cidre ou comme une bière, ce qui embarrasse fort les étymolo-

1. Payen (A.), *Traité de la fabrication de diverses sortes de bières*. Paris, 1829.

gistes [1]. D'après Denis d'Utique [2], l'hydromel était fabriqué en faisant bouillir du jus d'une pomme spéciale, sorte de fruit de Cognassier (*Mala matiana*) avec du miel et de l'eau : jus de coings 1 partie, miel 2 parties, eau 3 parties. D'autre part, chez les Ethiopiens, on supprime le jus de coings, mais on le remplace par l'orge. Pour cela, on malte l'orge, on le fait griller ensuite, on le réduit en poudre, et l'on fait le moût en délayant avec l'eau miellée; on ajoute, sans doute pour lui donner du goût, une racine indigène (*Taddo*), qu'on a préalablement broyée. Dans ces deux cas, l'hydromel pourrait être reclamé soit parmi les cidres soit parmi les bières.

Les Scythes, les Russes et les Cafres se contentent de faire fermenter le miel dans l'eau; de même les Bachapins, qui nomment cette boisson *Boïalloa*, et les Hottentots, qui l'aromatisent avec une racine d'Ombellifère. Chez nous, on agit de même, mais, le plus souvent, on détermine la fermentation en ajoutant de la levure de bière. Les médecins ordonnent l'hydromel comme une boisson tempérante et laxative; et les pharmaciens, d'après le Codex, le préparent simplement avec le miel et l'eau. L'hydromel devient la base de quelques médicaments : le *Laudanum de Rousseau* est un hydromel opiacé dans lequel la fermentation a été activée par l'addition de levure de bière.

Les Lapons font, avec le lait de renne, une liqueur alcoolique qu'ils nomment *Pinna ;* mais la plus connue de ces boissons, dans lesquelles l'alcool est produit par la fermentation de la lactose, est celle que les Kalmuks et les tribus tartares-mongoles font avec le lait de leurs juments : c'est l'ancien breuvage des Scythes. Ils le nomment *Kumiss* ou *Koumiss*, et ils en retirent une eau-de-vie appelée *Rack* ou *Racky*. Cette boisson, qui, en Asie, est confinée chez les races tartares, se retrouve, en Afrique, chez les Cafres. Le *Saint-Barnaby's cow's thick milk*, employé dans le Cornwall et le sud du Devon, semble avoir, avec cette boisson, une parenté qu'on ne sait trop comment expliquer.

Les Kirghis unissent le lait au millet pour en faire une boisson fermentée qu'ils nomment *Busha*.

1. On peut tirer le mot hydromel (ὑδρομῆλον) des deux mots grecs ὕδωρ, eau, et μῆλα, pomme; c'est ainsi qu'Hippocrate écrit : ὕδορ απο μῆλον, eau de pommes; le vin de pommes est le μηλιτης οἶνος ou Κὕδοινιτης οἶνος. D'autres prétendent, avec tout autant de raison, qu'hydromel a pour origine les deux mots ὕδωρ, eau, et μελι, miel.

2. Cassii Dionysii Uticencis, *de Agriculturâ*, lib. XX, *Jano Cornario interprètes*. Lyon, 1502.

Le *Lambwine*, ou vin d'agneau (*lamb*, agneau; *wine*, vin) se prépare avec un moût fait d'une pâte de chair d'agneau délayée dans le lait et abandonnée à la fermentation. Les Tartares-Mandchoux, qui fabriquent de cette boisson, remplacent parfois le lait par du riz broyé et, alors, font leur moût en ajoutant de l'eau; ils la consomment sur place ou l'exportent en Chine et en Corée.

2° Pain.

On comprend que l'homme, obligé de prendre pour vivre les différents fruits qui l'entouraient, ait utilisé les grains des céréales; les animaux les moins intelligents, guidés par leur instinct, en font autant, mais lui seul perfectionna leur emploi. Une première invention, pour lui, fut de broyer entre des pierres les grains les plus durs, afin d'éviter ce travail à ses mâchoires; la seconde fut de délayer la poudre grossière ainsi obtenue dans l'eau, pour la réunir en masses plus faciles à conserver et à transporter; le séchage au soleil lui donna l'idée de la cuisson [1]. Mais il est à croire que, de bonne heure, il découvrit la fermentation et le levain (ζύμη, de ζέω, bouillir,) et distingua l'un de l'autre : le pain levé du pain azyme (α privatif, ζύμη, levain). Il suffit, en effet, de prendre de la farine et de la délayer avec de l'eau chaude, en en faisant une pâte très molle, et de la laisser exposée ainsi dans un endroit chaud pour la voir spontanément lever, c'est-à-dire se soulever et se remplir de cavités plus ou moins grandes. Ce procédé est connu de nos jours sous le nom de procédé de Dessable; on comprend comment, naturellement, la pâte a dû fermenter, surtout dans les contrées où se trouvaient réunies toutes les conditions extérieures exigées. Il suffit souvent de douze heures pour que le phénomène s'accomplisse.

Le hasard aura bientôt démontré que la fermentation se faisait plus rapidement si l'on mélangeait un peu de pâte levée à de la pâte fraîchement préparée : de là sera venu l'usage du *levain*. Le pain levé et l'usage du levain ont dû être connus avant la fermentation de la bière et avant qu'on ait remarqué que la fermentation du vin produisait, elle aussi, un levain. On sait, toutefois, que, chez les Romains, on n'ignorait pas la possibilité de remplacer un levain par l'autre, car l'histoire nous apprend qu'ils préparaient

1. Dans l'Exode, ch. XXIX, nous trouvons cette phrase : *Panem non comedistis, vinum et siceram non bibitis.*

leur *levain* du pain au moyen de la *levure* du vin en pleine fermentation. Ils unissaient ce moût en action à de la farine de millet, en confectionnaient des boules qu'ils faisaient sécher pour s'en servir, au besoin, pour leur pain. Ils avaient même remarqué que ce levain était plus actif que le levain de pâte et donnait un pain moins aigre. Les Gaulois, buveurs de cervoise, étaient arrivés au même résultat avec la levure de bière, comme le prouve cette phrase de Pline : « *Galliæ et Hispaniæ frumento in potum resoluto, spuma ita concreta pro fermento utuntur*, *qua de causa levior illis*, *quam cæteris*, *panis est.* » Toutefois, il faut dire qu'en France l'usage du levain *aigre* a longtemps prévalu sur celui du levain *doux* ou levure de bière, et, même, ce n'est pas sans de grandes difficultés qu'on a laissé persister l'emploi de ce dernier. Dans un mémoire humoristique, « *Le pain mollet et la levure devant la Faculté de médecine et le Par-*



Fig. 42. — *Saccharomyces minor* Eng.

lement, 1668-1670, » M. Ch. Nisard a retracé les graves débats qui eurent lieu à ce sujet. De nos jours, si, dans les campagnes, on se sert encore du levain, la levure est presque exclusivement employée dans les villes, les citadins préférant le pain blanc au pain bis. En Angleterre et en Allemagne, on se sert des différentes levures de bière, quelle qu'en soit la provenance.

De ces observations, il ressort que :

1° La fermentation panaire n'est qu'une forme de la fermentation alcoolique, car ici encore la glycose est décomposée : elle donne de l'alcool et de l'acide carbonique. Ce dernier tend à s'échapper; mais, emprisonné par la pâte élastique au milieu de laquelle il se développe, il y forme des cavités d'autant plus grandes que la fermentation est plus active. Quant à l'alcool, il se change en acide acétique en d'autant plus grande proportion que l'opération est plus

lente. C'est ce qui fait que le pain obtenu par le levain a plus de tendance à devenir aigre. De plus, le levain apporte toujours avec lui des ferments acétiques qui ne demandent qu'à agir.

2° La fermentation par la levure n'est pas identique à celle produite par le levain; on en est persuadé par le seul fait de la rapidité d'action plus grande dans le premier cas que dans le second. Toutes ces raisons ont conduit à la recherche du ferment spécial de la fermentation panaire, qu'on a trouvé être le *Saccharomyces minor* ENG.

Description du *Saccharomyces minor* ENG. (fig. 42). — Ce ferment figuré n'est pas le seul à agir dans la panification, des ferments amorphes interviennent plus ou moins. (Voy. *Ferments solubles*).

§ II. — Hygrocrocis.

Le nom d'*Hygrocrocis* (ὑγρός, humide; κροκίς, duvet) a été donné à un grand nombre de productions végétales qui apparaissent dans les liquides de toute nature. Ces organismes, formés de filaments très déliés, allongés, sinueux, ramifiés et entrelacés, plongés dans une glaire abondante plus ou moins épaisse, ont été pendant longtemps rangés parmi les Algues; Agardh les classait, même, dans les Confervacées. Des recherches récentes ont démontré que ce n'étaient point des Algues mais des Champignons du groupe des moisissures dont les appareils végétatifs, les *myccliums*, prenaient une forme anormale par suite de l'humidité exagérée du milieu où ils apparaissaient. Les *Hygrocrocis* ne constituent donc pas un genre de plantes autonomes, mais simplement un groupe d'organismes qui, comme les *Mycoderma*, doivent la forme spéciale sous laquelle ils se présentent à la nature de l'habitat, car ils reprennent leurs formes de moisissures ordinaires s'ils viennent à sortir des liquides où ils vivaient d'abord.

a. — De la fermentation gallique.

Schéele pensait que l'acide gallique préexiste dans la noix de galle. M. Pelouze dit qu'il se forme par la transformation du tannin au contact de l'air. Robiquet supposa l'intervention d'un ferment que M. Laroque affirma et que M. Ed. Robiquet crut devoir confondre avec la pectase. « La fermentation gallique se confond avec

la fermentation pectique ». La question en était en cet état lorsqu'elle fut reprise, en 1867, par M. Van Tieghem [1], qui renversa toutes ces hypothèses et arriva à prouver que, pour que le tannin se transforme en acide gallique, il suffit qu'un *mycelium* de Mucédinée se développe dans la solution. « Ainsi, dit-il, l'air tout seul est inactif; seules, les spores du *Penicillium* et de l'*Aspergillus* sont impuissantes; il faut et il suffit que la dissolution reçoive à la fois une spore de la Mucédinée active et le contact d'une quantité suffisante d'air, pour faire germer cette spore et la développer en un abondant mycélium. C'est donc l'air qui apporte au tannin deux principes dont l'action commune est nécessaire à sa destruction : les spores et l'oxygène; il est à la fois véhicule et aliment. » Il faut que les spores trouvent dans la dissolution aérée, à côté du tannin qui n'est pour elles qu'une source d'aliments carbonés, à côté de l'oxygène qui est nécessaire à la réparation dont tout être vivant est le siège, les principes azotés et minéraux indispensables à leur développement. Dans l'infusion de noix de galle ces principes abondent; aussi, la végétation est-elle très active.

Le ferment est représenté ici par des filaments longs, plus ou moins renflés de distance en distance, ramifiés, entremêlés, plongés au milieu d'une glaire plus ou moins épaisse qui les réunit en une masse comme gélatineuse.

Quand ce ferment est plongé dans le liquide, il y a dédoublement du tannin et le végétal reste à l'état de mycélium; mais, « lorsque la plante vit et fructifie à la surface, elle brûle directement le tannin sans le dédoubler. » C'est dans ce dernier état qu'il est permis de reconnaître, aux fructifications qui se produisent, la nature du végétal auquel appartenait le mycelium. C'est alors qu'on peut reconnaître si l'on a affaire au *Penicillium* ou à l'*Aspergillus*.

b. — Altération des liquides médicamenteux.

Dans un grand nombre de liquides divers et, en particulier, dans les liquides médicamenteux des officines, se développent souvent des masses de matières comme glaireuses, lactescentes, qui forment bientôt des flocons plus ou moins denses, plus ou moins serrés, qui parfois envahissent la totalité du flacon, restant tantôt en suspen-

1. Van Tieghem (Th), *Fermentation gallique*, in *Compt. rend. Acad. des Sc.*, 1867, LXV, page 1091, et in *Ann. sc. nat. Bot.*, 5e série, 1867. VIII, 210.

sion, tantôt s'accolant aux parois. Examinés au microscope, ces flocons se présentent sous forme de filaments ramifiés, plongés dans une glaire, devenant peu à peu distincts d'elle et montrant des renflements et des nodosités de forme, de couleur et de taille variables. Autrefois, on a regardé ces êtres comme des plantes autonomes, qu'on rangeait, à cause de leur station habituelle, dans les Algues et auxquelles on donnait le nom d'*Hygrocrocis;* mais ce ne sont, comme dans le cas de la fermentation gallique, que des mycéliums qui, changés de milieu et placés dans des conditions d'aération convenables, donnent des Mucédinées qu'on peut alors reconnaître et dénommer. C'est, au moins, ce qui résulte des observations que M. Van Tieghem a publiées dans le *Bulletin de la Société de botanique de France*, à propos de ses recherches sur la végétation dans l'huile et de celles plus anciennes que nous avons faites sur l'*Hygrocrocis arsenicus* (voy. pl. I) et présentées à l'*Académie des Sciences* en 1878.

« Dans la solution apparaissent de petites taches lactescentes : ce sont des nuages opalins qui flottent dans le liquide ; c'est le début de l'envahissement. Examinée à ce moment, la tache se présente sous forme d'une masse glaireuse, amorphe, parsemée de globules qui forment comme une poussière brillante à grains si fins qu'ils ne peuvent être mesurés.

« Plus tard, le nuage grossit du centre à la circonférence ; il se colore en jaunâtre au centre. — Examiné alors, on trouve les mêmes détails à la périphérie ; mais la partie la plus ancienne montre que les globules sont endigués en des tubes ; ces globules sont, au reste, de forme diverse et semblent tendre à s'allonger. — Quand la plante est plus vieille encore, les parois des filaments deviennent parfaitement appréciables ; ils montrent leurs ramifications, et leur contenu, devenu homogène, les remplit en totalité. Ils mesurent environ $0^{mm},001$.

« Plus âgés, ces filaments se cloisonnent. Les disques de séparation, d'abord rares et fort espacés, se rapprochent peu à peu et finissent, à mesure qu'on se rapproche des points les plus anciens, par se montrer assez fréquents pour donner des cellules dont la longueur égale la largeur. Il est à noter, cependant, que certains filaments conservent toujours un écartement plus grand des cloisons, en sorte que les cellules restent toujours sensiblement plus longues que larges.

« A ce moment, les masses sont encore opalines et flottent au milieu du liquide, surtout si le flacon est demeuré en repos. Si, au

contraire, le flacon a été agité, les masses se précipitent au fond; quelques-unes restent attachées aux parois intérieures, même au-dessus du niveau du liquide.

« Bientôt surviennent de nouveaux phénomènes : les filaments grossissent, passent du blanc au grisâtre, puis au gris brun, et alors se montrent de nouveau, dans leur intérieur, des globules brillants, deux, rarement trois par cellule, parfois quatre dans certains filaments qui ont un rôle à part. C'est dans ces conditions que se fait la maturation.

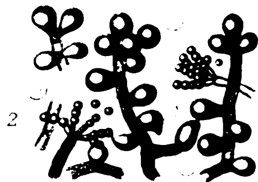
« La masse tout entière passe au brun foncé; vue à un faible grossissement, elle ressemble à une petite châtaigne, de 2 à 8 millimètres de diamètre, hérissée de pointes. Ces pointes sont les extrémités des filaments; ils sont coniques et moins chargés de globules que le reste, en général, à contenu homogène. Les filaments se modifient diversement. Les uns, à cellules allongées, à contenu homogène de $0^{mm},005$ à $0^{mm},007$ de diamètre, se ramifient, continuant à envoyer de nouvelles pointes à la périphérie ; d'autres, à contenu granuleux, à cellules égales dans tous les sens, de $0^{mm},01$, deviennent bossus, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, comme *cagneux* : ces bosses donnent d'abord des ramifications comme les précédents, puis à un certain moment, au lieu d'une ramification, apparaît un renflement pyriforme. Les filaments les plus cachés au centre deviennent plus gros encore; ils mesurent de $0^{mm},010$ à $0^{mm},015$ de diamètre; ils se gonflent vers l'équateur et prennent la forme d'un chapelet. Dans chaque grain sont quatre globules brillants, arrondis, disposés en croix; leur membrane s'épaissit de plus en plus, et leur couleur tranche déjà sur la couleur des filaments voisins.

« On peut dire alors que la période de fructification va commencer.

« Elle s'annonce par l'apparition, autour des masses brunes d'*Hygrocrocis*, de filaments blanchâtres qui s'allongent, s'enchevêtrent et finissent par se fondre en une glaire qui voile la masse d'un nuage grisâtre. Cette matière glaireuse, ces filaments entremêlés, retiennent les spores qui vont sortir des organes à maturité; on trouve, en effet, dans ce réseau une foule de corps qui sont, à ne pas en douter, des spores, et des débris des organes qui les ont données.

« Si, à ce moment, on examine la masse des filaments, on la trouve presque noire, et, si l'on veut la disséquer, on est frappé de la fragilité des éléments, qui se désarticulent avec une facilité extrême. C'est avec peine qu'on reconnaît les organes décrits tout à l'heure, tant leur apparence a changé.

1

2 

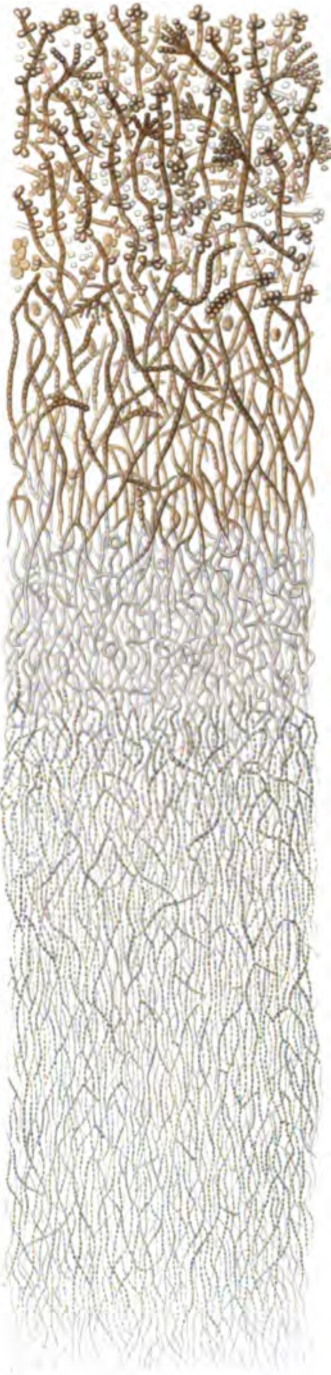
4 

6 

8 

10 

12 



 3

 5

 7

 9

 11

 13

Marchand, Cocardas et Faguet del. *Debray sc.*

HYGROCROCIS ARSENICUS

O. Doin Editeur, Paris. *Imp. R. Taneur, Paris.*

« Les filaments toruleux ont grossi, ils atteignent près de 0mm,02, ils sont devenus noirs, ce qui empêche que l'on puisse reconnaître leur contenu.

« Les filaments bossués, irréguliers, sont restés brunâtres, mais leurs ampoules pyriformes se sont grandement développées, ont pris une teinte noire à la partie rétrécie qui touche le filament; cette teinte s'atténue en passant sur la portion renflée qui est colorée de brun rosé, rehaussé de jaune. Tout à fait en haut, l'on voit une ligne de déhiscence qui s'entr'ouvre pour laisser échapper deux ou trois spores hyalines. Ce sporangiole mesure 0mm,04 en longueur sur 0mm,02 dans son épaisseur. — Il est, cependant, des filaments plus petits portant des sporangioles qui sont aussi un tiers plus petits. Quant aux spores hyalines, elles mesurent moins de 0mm,01. Les sporangioles se groupent en épi, en verticilles, ou se montrent isolés, soit sur la longueur, soit à l'extrémité ; parfois, ils sont réunis en capitule. Quand ils sont vides, ils se désarticulent et forment des débris rougeâtres que l'on trouve dans la gangue périphérique.

« Les filaments non bossués, réguliers, à contenu homogène, à cellules plutôt allongées, portent, de même, des fructifications qui viennent s'épanouir à la périphérie. Ces fructifications sont fort différentes de celles que nous venons de décrire; elles produisent des spores conidiennes analogues à celles des *Spicara*, dont elles se rapprochent, au reste, beaucoup. Certaines de ces fructifications sont, en effet, formées de chapelets de petites spores arrondies, de 0mm,005 à 0mm,007 de diamètre, qui sont plantés côte à côte, en pinceau, au haut de la cellule terminale du filament, tandis que les autres forment comme des épis ramifiés de spores allongées en bâtonnets, épis dont la longueur va en décroissant et dont les plus longs mesurent 0mm,02 de long sur 0mm,008 de diamètre. — Ces différentes spores se rencontrent dans le lacis glaireux qui entoure les petites masses.

« Peut-être à ces organes de reproduction, déjà nombreux, doit-on en ajouter un autre encore. J'ai rencontré, pris au milieu des filaments glaireux, des corps arrondis mesurant de 0mm,02 à 0mm,03, à surface réticulée, à enveloppe transparente qui laisse entrevoir, à l'intérieur, des globules sphériques et qui est marquée d'une étoile noire à trois ou quatre rayons. Je les ai toujours trouvés libres de toute adhérence ; cependant, dans un cas, l'un de ces corps se trouvait à l'extrémité d'un filament, mais sans qu'il me soit possible de décider s'il y avait ou non continuité entre lui et le filament. Ajou-

tons que dans ce cas le corps était, en outre, accompagné de deux autres filaments recourbés vers lui. Dans les mêmes préparations, on trouve des masses noires qui semblent être des débris de membranes enveloppantes. Y aurait-il quelques rapports entre les corps réticulés et ces débris ? »

Nous le répétons, des végétations analogues se rencontrent dans un grand nombre de préparations pharmaceutiques et y produisent nécessairement des fermentations variées, dont il serait utile et intéressant de connaître la nature ; il y a là un sujet d'étude bien fait pour tenter la sagacité d'un chimiste et surtout d'un pharmacien..

c. — Altérations des vins.

Les vins, les bières, les cidres sont, dans certaines circonstances, pris de maladies qui les détériorent, changent leur composition chimique et, par là, toutes leurs propriétés normales. Dans ces maladies, on constate la présence d'organismes complètement analogues à ceux que nous venons d'étudier dans les préparations pharmaceutiques : ce qui a conduit quelques savants à déclarer que ces organismes étaient la cause de ces maladies. Nous citerons en particulier la *graisse* et l'*amer*. La *graisse* attaque les vins blancs et les rend filants, huileux, de telle façon que, lorsqu'on verse ces liquides, il semble qu'on verse de l'huile. Au microscope, on trouve que le liquide est envahi par des filaments rameux pris dans une glaire et composés de globules sphériques, très petits, disposés en chapelets (page 46) ; ces filaments forment comme de longues houppes soyeuses ; ce sont eux, qui, versés avec le vin, lui donnent l'apparence que nous venons de décrire. L'*amer* attaque les vins rouges et occasionne les plus grands dommages aux viticulteurs de Bourgogne. Ici encore, on trouve des houppes de filaments ramifiés, de diamètre variable, colorés en rouge, jaune ou brun, associés à des amas mamelonnés de matière colorante ou de cristaux. Ces filaments sont plus volumineux que les précédents, semblent noueux, aussi plongés dans une glaire abondante.

Nous aurons à parler plus loin de l'*acescence* et de la *pousse*.

d. — Altération du lait.

Le lait s'altère facilement et souvent présente des végétations analogues à celles que nous venons de voir dans les vins malades.

On a décrit un grand nombre de ferments du lait; mais tous pourraient très bien n'être aussi que des formes d'un seul et même organisme, variant suivant les conditions dans lesquelles on l'a rencontré. C'est un de ces *Hygrocrocis* que M. Fauvel a rencontré dans les biberons des nourrices et qui a été accusé de déterminer des diarrhées et de devenir, ainsi, une des causes de la mortalité qui sévit sur la première enfance.

3e Section. — Schizomycètes pathogènes.

L'analyse microscopique ayant démontré la présence à peu près constante de certains microbes dans quelques affections morbides, on a été porté à croire que ces êtres en étaient, aussi, la cause déterminante; les expériences tentées dans le but de vérifier cette manière de voir ayant, dans certains cas, autorisé à penser que cette croyance était suffisamment justifiée, on s'est hâté de généraliser cette doctrine, et l'on a admis que, *toutes les fois* qu'un microbe se montrait dans le cours d'une maladie, c'était lui qui devait en être regardé comme la *cause*. C'est ainsi que nous nous trouvons ici en face de Schizomycètes dits pathogènes (παθὸς, souffrance; γεννάω, j'engendre). Ce n'est point l'instant de discuter la doctrine; nous n'avons pour le moment qu'à signaler les espèces qui ont été accusées, à tort ou à raison, d'engendrer les maladies.

Tous sont des êtres d'organisation très simple, faisant partie autrefois du groupe des Mucédinées, ces Champignons à caractères indécis, qui ne sont très probablement que des phases d'espèces supérieures, mais, toutefois, espèces assez inconnues pour que, dans la plupart des cas, on ne sache à laquelle on peut rattacher chacune de ces phases. Au reste, arriverait-on à le trouver, ce qui a été fait pour quelques-unes, que cela ne nous empêcherait en rien de placer ici ces Schizomycètes, car, dans l'accomplissement de leurs fonctions pathogéniques, ils se présentent, toujours, avec les mêmes formes et se reproduisent, toujours, avec des caractères tellement identiques que quelques savants peuvent, avec une certaine raison, les déclarer autonomes, alors qu'ils ne sont probablement, pour la plupart, que des états mycéliens, conidiens, de végétaux polymorphes dont le cycle de vie est bien plus étendu qu'on ne le suppose. M. Reess ayant retiré des Mucédinées, pour le rapprocher des *Saccharomyces*, l'*Oïdium* du muguet, il nous a semblé

logique de faire passer du coup dans le même groupe tous les protorganisés qui peuvent se trouver dans les mêmes cas, sauf à indiquer ce qu'ils peuvent devenir quand ils sont placés dans d'autres milieux.

1° Muguet (*Oidium albicans* CH. ROB. (fig. 43). — *Saccharomyces albicans* REESS.)

Cfr. GRUBY, REYNAL, VOGEL, ROBIN, GUBLER, QUINQUAUD, GRAWITZ.

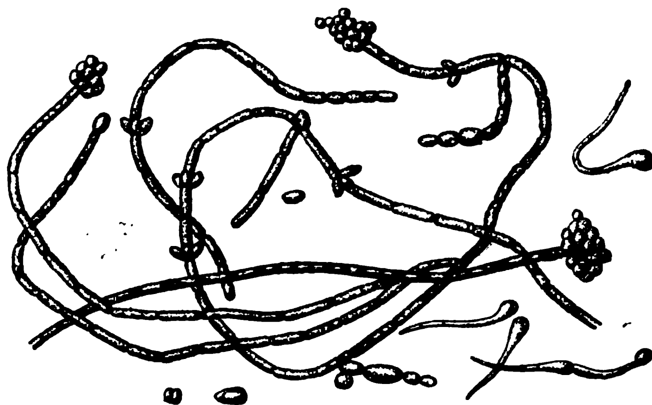


Fig. 43. — *Saccharomyces albicans* REESS, d'après M. Ch. Robin.

Le *Saccharomyces albicans* n'est pas la seule cryptogame que l'on ait trouvée sur la langue dans l'état de santé, comme dans l'état de maladie; la bouche est remplie de microbes de toute espèce, et ce serait une dure besogne d'entreprendre de donner la flore cryptogamique de cette cavité. Cependant, il serait urgent que ce travail se fît, car l'examen microscopique des enduits de la langue peut devenir une indication pour le diagnostic des maladies, surtout si l'on admet que les maladies sont dues à des êtres, protophytes aériens, en quête d'un terrain fermentescible. Il faudrait donc établir, d'abord, quels sont les microbes de la langue et de la bouche chez l'homme en santé ; ce point de départ établi, on n'aurait plus qu'à rechercher ceux qui se montreraient d'une manière constante dans telle ou telle affection déterminée.

Cfr. HANOVER, ROBIN, LEBERT, LUYS, POUCHET (G.) ET GUICHARD, RAPPIN.

2° Pneumothorax (*Oïdium pulmoneum* BENN.) — **Description du microbe**, d'après M. BENNETT.

3° Catarrhe utérin (*Torula utero-catarrhalis* et *T. aggregata* SALISB., fig. 44).

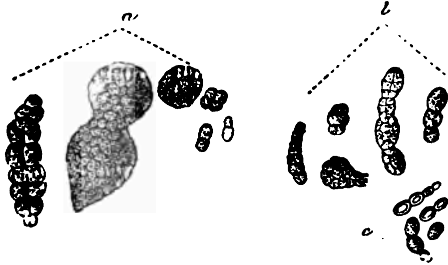


Fig. 44. — *Torula aggregata* SALISB., d'après M. Salisbury. *a-b*, spores se développant par segmentation. — *c*, spores se développant par bourgeonnement.

4° Choléra. Opinions diverses sur la nature du choléra : MURRAY (J.) ; MACNAMARA ; BLANC (H.). **Le microbe est-il un Schizomycète ou un Schizophycète, un** *Oïdium*, **un** *Leptothrix* **ou un** *Micrococcus*?

Cfr. POUCHET ; WILLIAMS ; REICHART et LEUBURCHER ; PACINI ; BUHL ; THOMÉ (O. W.) ; BEALE ; KLOB (J. M.) ; DE BARY ; COOKE ; HALLIER ; WEIGER ; DANET.

5° Diphthérie (*Micrococcus diphtheriticus* ; — *Zygodesmus fuscus* HALL. ; — *Tilletia diphtheritica* LETZ.).

Cfr. HALLIER ; TIGRI ; TROUSSEAU ; PETER ; REYNAL ; TRENDELENBERG ; ŒRTED ; DUCAMP ; HUETER ; TOMASI et HUETER, LETZERICH ; SENATOR ; SCHULTZ ; TALAMON.

6° Eczéma : Lichen érysipélateux de Devergie. Porrigo, impétigo, etc.

Cfr. WEISFLOG (G.), qui considère cette maladie comme une mycose due au développement de diverses formes d'une Mucorinée.

7° Mentagre (*Microsporium mentagrophytes* CH. ROB.).

8° Muscardine des vers à soie (*Botrytis bassiana* MONT.).

9° Pébrine ; gattine, atrophie, négrone des vers à soie.

Cfr. GUÉRIN-MENNEVILLE ; FILIPPI ; LEYDIG ; CORNALIA ; BALBIANI ; PASTEUR ; BÉCHAMP ; HALLIER ; PELLETAN ; LUERSEN.

10° Onychomycosis. Rogne ou carie sèche de l'ongle chez l'homme : Fourmilière des Solipèdes.

Cfr. Baerensprug ; Körber ; Rivolta ; Kuchenmeister, Hallier, Ercolani.

11° Otomycosis. Végétations parasites de l'oreille.

Cfr. Mayer ; Cramer ; Gruber ; Hallier ; Bocke (I.) ; Hagen ; Versari ; Körsten (H.) ; Lœvenberg ; Burnet.

12° Pityriasis discolor (*Microsporon furfur Ch. Rob.*).

13° Plique polonaise (*Trichophyton ? sporuloïdes Ch. Rob.*)

14° Pneumomycosis ou mycose des voies respiratoires.

Cfr. Eudes-Deslongchamps ; Sluyter ; Wirchow ; Friedreich ; Dursh ; Pagenstecher ; James Murie ; Cohnheim ; Ferbinger ; Bainier.

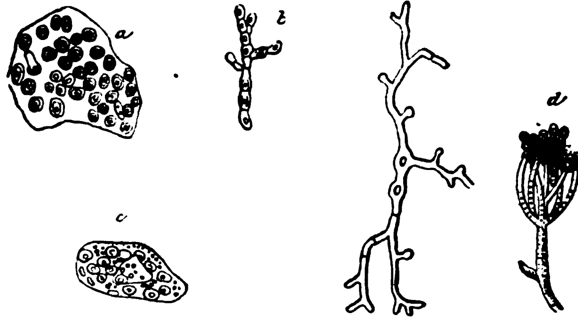


Fig. 45. — *Penicillium pruriosum* Salisb., d'après M. Salisbury. *a*, spores provenant de la vulve et de la vessie. — *b*, spores se développant dans l'épithélium de la vessie. — *c*, mycelium dans la vessie. — *d*, fructification dans la vessie.

15° Prurit de la vulve (*Penicillium pruriosum Salisb.*) (fig. 45).

16° Psoriase ou mycose de la peau.

Ses causes d'après Wertheim.

17° Teigne décalvante (*Microsporon Audouini Grub., Microsporium Audouini Ch. Rob.*).

18° Teigne faveuse (*Oïdium Schœnleinii Leb., Achorion Schœnleinii Rem.*).

Cfr. Remak ; Schœnlein ; Gruby ; Lebert ; Robin ; Vincent ; Claudat.

19° Teigne tondante (*Trichophyton tonsurans Malms.*).

20° Ulcères atoniques (*Trichophyton ulcerum Ch. Rob.*).

21° Trichose du chat (*Trichosis felinis* SALISB.) (fig. 46).

22° Trichose du chien (*Trichosis caninis* SALISB.).

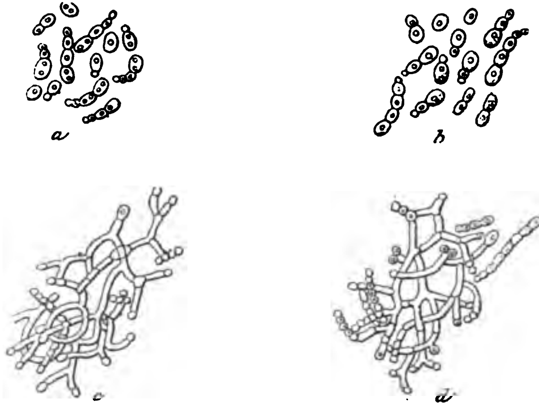


Fig. 46, *Trichosis felinis*, SALISB., d'après M. Salisbury.
a, Spores dans les cellules épithéliales de la peau du chat. — *b*, Mycelium dans les cellules épithéliales de la peau du chat. — *c*, spores dans les cellules épithéliales de la peau des enfants. — *d*, mycelium sur l'épiderme de la peau des enfants.

Cettte énumération déjà longue est cependant bien incomplète ; nous n'avons tenu qu'à indiquer les protophytes qui nous intéressent le plus, en ce qu'ils s'attaquent à nous ou aux animaux qui nous sont utiles. Il serait trop long d'énumérer les protophytes qui s'attaquent aux différents animaux. M. Robin a déjà depuis longtemps décrit les *Mouliniea* des Chrysomèles, des Gyrins, des Cétoines, et Valentin l'*Hygrocrocis* (?) trouvé dans l'intestin des Blattes; etc. De même, nous n'avons point parlé de ceux qu'on peut accidentellement rencontrer sur l'homme et les animaux, mais qui ne semblent avoir aucune connexion avec la maladie qu'ils accompagnent, ou qu'on ne peut en aucune façon leur attribuer. Telles, ces moisissures qu'on a vu se développer sur un sphacèle de gangrène sénile; tels, encore, ces *Saccharomyces cerevisiæ* retrouvés dans les liquides de l'estomac ou de l'intestin, dans l'enduit de la langue dans la fièvre typhoïde (Hannover), dans les urines diabétiques (Vogel), dans la bouche avec le *S. albicans* (Lebert) ; ou même ces autres *Saccharomyces* (*S. guttulatus* CH. ROB.) rencontrés dans le canal intestinal des lapins, des moutons, du bœuf, du porc (Remak), et aussi dans les canaux biliaires du lapin; un autre que M. Jourdain a montré dans la Sacculine, etc. Nous signalerons

encore les spores des *Botrytis infestans* que M. Salisbury dit avoir vu se développer dans les cellules de la muqueuse vésicale et qu'il a retrouvées dans les voies génito-urinaires.

Art. II. — Physiologie des Schizomycètes.

Dans toutes les fermentations spontanées, zymiques ou pathologiques, où il nous a été permis de faire l'enquête microscopique, nous avons trouvé divers protophytes de formes variables ; nous pouvons en inférer qu'il doit en être de même dans toutes les fermentations spontanées où cette enquête n'a pas encore été faite, depuis le *Chicha* des Indiens jusqu'au *Quass* des Russes, et que le *Zythus* des Egyptiens, tout comme l'*Hydromel* des Cafres, présente des protophytes semblables ou différents de ceux que nous avons décrits. D'un autre côté, nous avons vu que certains de ces protophytes, ayant été isolés par *sélection artificielle*, ont pu former des levures nettement déterminées qui, placées dans des sols fermentescibles appropriés, y ont provoqué des fermentations identiques à celle où elles sont apparues spontanément. De ces considérations, il *semble* logique de déduire que, dans toutes les fermentations spontanées, l'action est due, comme dans les fermentations provoquées, à ces protorganismes, et que chacune a le sien propre, possédant des vertus particulières et donnant, suivant l'espèce, non seulement le Vin, la Bière, etc., mais encore, suivant la variété, tel Vin ou telle Bière. De telle sorte, qu'envisagée ainsi, la nécessité de la présence d'un *Saccharomyces*, et même d'un *Saccharomyces* spécifique, devint corrélative de l'idée de fermentation.

Sans nous occuper, *pour l'instant,* de l'opinion, qu'on a émise, que la fermentation alcoolique pouvait se produire en dehors de la présence des *Saccharomyces* ou de celle

du *Carpozyma*, voire même, en l'absence de tout ferment figuré, sans nous arrêter à l'affirmation que ces ferments sont eux-mêmes des produits des fermentations, nous allons étudier l'action indiscutée et indiscutable des protophytes, qui, s'ils ne sont pas les seuls agents possibles, sont, à coup sûr, ceux qui fournissent les produits les meilleurs et les plus rapidement obtenus.

Nous étudierons successivement : 1° le protophyte ou le sujet, 2° les milieux, 3° les fonctions.

Nous nous arrêterons surtout sur la vie des protophytes zymogènes, nous réservant d'insister plus particulièrement, dans le livre second, sur celle des protophytes pathogènes, et cela parce que l'intérêt se concentre ici entièrement sur les fermentations zymotiques, tandis que, dans le second, il sera tout particulièrement attiré par les fermentations pathologiques.

§ I. — Etude du protophyte.

Il est essentiel de choisir, pour nos recherches physiologiques, un ferment facile à se procurer et qui se prête à la culture, de telle façon qu'on l'ait à volonté, et avec des caractères assurés ou à peu près. Le choix n'est pas grand, peu remplissent les conditions réclamées ; le *Saccharomyces cerevisiæ* répond à nos *desiderata*. Cela explique pourquoi Leeuwenhoeck l'a choisi, dès 1680, et pourquoi c'est toujours lui qu'on met en expérience ; les autres, jusqu'ici du moins, étant moins domestiqués, sont plus difficiles à obtenir. Puis, il est en nombre assez grand pour que les résultats des expériences aient quelque apparence de valeur. Il en est des plantes comme des animaux : certaines races semblent prédestinées à l'honneur des martyrisations des physiologistes ! Pour les cas présents, sans nous apitoyer outre mesure sur le sort du *Saccharomyces cerevisiæ*, nous ne pouvons appeler d'un autre nom toutes les tortures qu'on lui a infligées ; la diète, la submersion, la compression à de nombreuses atmosphères, le broiement, la congélation, l'ébullition, la carbonisation, etc.,

rien ne lui a été épargné. Pour apprendre comment fonctionne son mécanisme, on en a brisé tous les rouages, et l'on a étudié sa vie normale sur des cas tout à fait anormaux. Cela s'explique, car, la plupart du temps, les expérimentateurs, étant des chimistes, ont oublié qu'ils expérimentaient sur des êtres organisés et les ont traités comme de simples corps bruts. Nous dirons même qu'ils y ont mis moins de ménagements qu'avec certains de ces derniers, qui, au reste, se chargent trop souvent, hélas! dans nos laboratoires, de rappeler brutalement aux imprudents qui les manient qu'ils sont sensibles à la chaleur, à la pression, à la lumière, à l'électricité, etc.; les ferments, plus dociles, ont tout supporté sans protester, de telle sorte qu'il est arrivé souvent que l'expérimentateur, après avoir, à son insu, fait passer le patient de vie à trépas, ayant continué ses expériences sur des cadavres, en a tiré des conclusions sur lesquelles on s'obstine à échafauder l'histoire de leur vie!... Aussi que de contradictions et que d'erreurs, sans doute!

Que sont ces *Saccharomyces*, et quel est leur rôle dans la fermentation? Avant qu'Astier ait entrevu la corrélation des deux faits : vie d'un microbe, dédoublement du sucre, on expliquait parfaitement ce phénomène. Par une sorte d'impulsion, le ferment occasionnait le déplacement de quelques molécules, et le mouvement ainsi produit s'étendait de proche en proche et gagnait toute la masse. Au reste, il y avait plusieurs hypothèses, « hypothèses qui peuvent, dit M. Huxley[1], être familièrement et clairement rendues, en supposant que le sucre est un château de cartes. Suivant Stahl, le ferment est un corps qui vient heurter la table et fait écrouler la faible construction; suivant Fabroni, le ferment enlève seulement quelques cartes et laisse le reste en place; enfin, suivant Thénard, le ferment n'enlève qu'une carte à la base de l'édifice, mais cela suffit pour déterminer la chute des autres. » Telle est la doctrine chimique défendue par Colin, Gerhardt, Berzélius et Liebig, M. Meyer, et que nous retrouverons bientôt.

L'autre théorie est dite *théorie vitaliste;* elle n'est que le développement de l'idée d'Astier, reprise par Cagniard Latour, puis par Turpin, qui la rendit saisissable dans cette phrase : « *fermentation comme effet, et végétation comme cause, sont deux choses inséparables dans la décomposition du sucre.* » C'est cette doctrine que représentent et que défendent M. Pasteur et ses élèves.

1. Huxley, *La levure*, in *Revue scient.*, 2e sér., I, page 765.

M. Dumas, à la suite d'expériences faites dans le laboratoire de M. Pasteur, arrive à formuler son opinion dans les termes suivants qui nous semblent faire d'une façon équitable la part de chacune des deux théories : « Il est impossible, en résumé, de ne pas être convaincu que, si la fermentation (des ferments figurés) est un phénomène chimique, c'est un phénomène chimique s'accomplissant sous l'influence nécessaire de la vie de la levure[1]. »

Composition chimique du *Saccharomyces cerevisiæ*. — Cfr. Thénard, Mitscherlich, Mudler, Wagner, Schlossberger, Liebig, Pasteur, Béchamp, Frémy, Schutzenberger et Destrem. Diversité des résultats; raisons de ces diversités.

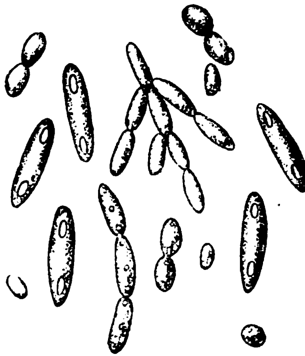


Fig. 47. — *Mycoderma cerevisiæ* Desm., d'après Desmazières.

Recherches de Colin sur les eaux de lavages des *Saccharomyces* et sur les extraits qu'on en peut tirer.

Structure des *Saccharomyces*. Membrane enveloppante, contenu protoplasmique. Zone glaireuse; Zooglœa et Mycoderma (fig. 47) : caractères de cette glaire.

§ II. — Etude des milieux.

De l'alcool, de l'acide carbonique, de l'acide succinique et de la glycérine, voilà ce que produit un *Saccharomyces* placé dans des conditions favorables : ces substances, il les tire des milieux; mais il en tire, en outre, ce qui lui sert à grandir et à se multiplier, c'est-

1. Dumas, *Comptes Rend. Acad. des Sc.*, 1872.

à-dire de la cellulose pour sa membrane, des matières azotées pour son protoplasma et sa glaire. Il faut donc que les milieux lui fournissent tous ces éléments; la matière fermentescible lui donne de l'eau, des aliments minéraux, des aliments azotés, des aliments hydrocarbonés; l'air fournit l'oxygène. Mais il ne suffit pas que le protophyte soit en présence des aliments, il faut qu'il soit incité à les absorber; c'est ce que font les agents physico-chimiques.

Nous étudierons successivement : 1° les milieux, 2° les agents impondérables.

A. — Aliments.

a. — Eau.

L'eau n'est pas seulement utile à la levure par sa composition chimique, elle est utile en ce qu'elle sert de véhicule à tous les autres aliments. Les *Saccharomyces* sont des organismes qui vivent submergés; leur nutrition, leur respiration ne se fait qu'autant qu'ils trouvent, dissous dans l'eau, les aliments qu'ils doivent absorber, et qu'ils n'y trouvent pas les substances qui peuvent être des poisons pour eux. Nous en avons énuméré un assez grand nombre p. 161, mais le plus curieux de tous, sans contredit, est l'alcool, qui est le produit de la vie du ferment. Le ferment produit donc une substance qui, arrivée à une certaine proportion dans le liquide, arrête la production et en même temps conserve le ferment et la matière fermentescible. L'action de ce corps est fort singulière : c'est en absorbant l'eau de composition de la membrane cellulosique que l'alcool ferme, pour ainsi dire, les voies à l'action du protoplasma enfermé. Un ferment sans membrane disparaîtrait; ici, au contraire, il se contracte et attend des conditions meilleures. Tant il est vrai que la membrane joue un rôle important dans la vie du ferment figuré, ce qui explique déjà ce que nous verrons se passer quand ce modérateur, ce *perfectionneur*, disparaît et que l'on n'a plus que le protoplasma nu.

b. — Aliments hydrocarbonés.

Les Schizomycètes ont besoin de carbone et ils le demandent aux principes hydrocarbonés, quels qu'ils soient. Ceux qui vivent en parasites sur le corps de l'homme l'empruntent aux substances quaternaires.

Les Saccharomyces, et en particulier le *Saccharomyces cerevisiæ*, font leur nourriture des sucres; mais le travail du dédoublement varie suivant les sucres qu'on leur donne comme aliments. Avec la glycose, le sucre de raisin et des fruits acides, la décomposition se fait tout de suite; mais il n'en est plus ainsi quand on leur donne du sucre de canne. Il faut d'abord qu'il soit interverti; alors, lorsqu'il a été séparé en glycose et en lévulose, le *Saccharomyces* s'attaque en premier lieu à la glycose, et ce n'est que lorsque cet élément vient à manquer qu'il utilise la lévulose. L'interversion se fait par un ferment soluble signalé par M. Mitscherlich et isolé par M. Berthelot.

c. — Aliments azotés.

L'azote n'est pas pris directement à l'atmosphère; les levures, en cela, se conduisent, comme tous les autres végétaux; elles sont obligées de l'emprunter à des combinaisons azotées. Lesquelles? Les physiologistes ne sont point d'accord sur ce point : les uns penchent pour les nitrates et croient que ceux-ci, pour être absorbés, doivent repasser à l'état d'ammoniaque; les autres, au contraire, soutiennent que les ferments préfèrent les sels ammoniacaux, mais que, pour les utiliser, ils les font passer à l'état de nitrates. Quoi qu'il en soit, il résulte des expériences de M. Pasteur que la levure vit et prospère dans un milieu où il n'y a que des sels ammoniacaux. « La levure a donc la faculté de faire la synthèse des matières albuminoïdes qu'elle renferme, aux dépens du carbone et de l'hydrogène du sucre et de l'azote de l'ammoniaque. Elle ne semble même pas dédaigner cette source d'azote et n'avoir recours à elle que lorsqu'il n'y a pas autour d'elle de matière organique azotée plus facilement assimilable, car je me suis assuré que des sels ammoniacaux introduits dans l'eau de levure, si propre pourtant à la nutrition du petit végétal, disparaissaient pendant la fermentation. » Le jus de raisin renferme presque toujours un composé ammoniacal qu'on ne retrouve plus dans le vin qu'il produit. « L'addition de sels ammoniacaux à des fermentations faites dans de mauvaises conditions a eu pour résultat de faciliter la fermentation et la conservation du titre en azote (0,1), de la levure. »

Rôle de l'azote. — Observations de Couturier et Jodin sur les *Mycoderma*.

d. — Aliments minéraux.

Quels sont les sels les plus favorables à la fermentation alcoolique? Les cendres de levures, contenant tous les résidus minéraux de ces organismes, ont été, en général, proposées pour leur culture; on est même, dans cette voie, arrivé à démontrer que la suppression des éléments de ces cendres de levures dans un milieu artificiel rendait la fermentation presque impossible. « M. Mayer[1] a réussi à spécifier davantage l'influence relative des diverses substances salines sur le développement de la levure. Il a trouvé que le phosphate de potasse exerçait une action prépondérante; la fermentation et le développement de la levure se font d'autant mieux qu'il y a davantage de ce sel; si on le supprime, tout s'arrête, et on ne peut pas alors le remplacer par du phosphate de soude. La potasse est donc indispensable. Il en est de même de la magnésie. En revanche, la chaux peut être absente sans grands inconvénients. La levure peut aussi se passer de silice, de fer, de soude et de chlore. Le soufre paraît n'exercer aucune action, lorsqu'on l'offre à la levure sous forme de sulfates. Cependant, la levure en renferme toujours. A quoi l'emprunte-t-elle, et sous quelle forme le désire-t-elle? C'est ce que l'on ne sait pas encore.

e. — Air atmosphérique.

L'azote de l'air n'est pas, ainsi que nous l'avons vu, utilisé par les *Saccharomyces*, mais se servent-ils de son oxygène? On ne sait; on nage en pleine hypothèse, et, en résumé, la vérité devient chaque jour plus difficile à saisir.

Pour répondre à la question, il faut, tout d'abord, considérer le sujet en observation. Or, le *Saccharomyces* est un être qui est appelé à vivre dans des liquides, du moins c'est dans cet état qu'il est ferment alcoolique. Lorsqu'il vient à surnager, quand il monte à la surface des liquides fermentescibles, il change la nature de son action, et, au lieu de faire de l'alcool, il en consomme. On peut déjà conclure de cette observation que ces protophytes, sortis de leur sol fermentescible, sont dans des conditions anormales et que les expériences faites dans ces conditions peuvent bien prouver que la levure continue à vivre, pendant un certain temps, en fabriquant

1. Mayer (A.), *Manuel de la chimie des fermentations*. Heidelberg, 1874.

des produits aux dépens des matières qu'elle a empruntées au sol et dont elle est saturée, mais ne prouvent rien sur ce qui se passe

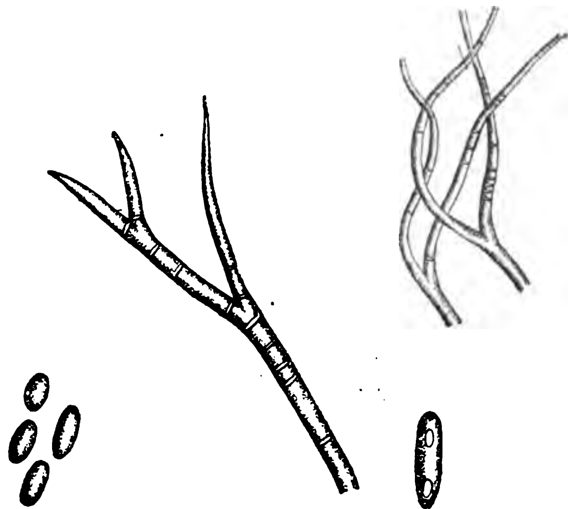


Fig. 48. — *Mycoderma vini* Desm., d'après Desmazières.

à l'état normal, c'est-à-dire lorsque le ferment est plongé dans un sol convenablement ménagé.

Expériences de Pasteur sur le *Mycoderma vini* (fig. 48).

B. — Les impondérables.

a. — Action de la température.

Nous avons vu que les levures qui ont pu être soumises à l'observation demandent toutes, pour agir, un certain degré de température; de plus, nous avons constaté que ce degré varie suivant les sortes de *Saccharomyces*. Ceux de la levure haute demandent + 14° à + 20° pour opérer la fermentation d'une façon convenable, tandis que ceux de la levure basse s'accommodent mal d'une température qui dépasse + 11° ou + 12°; ils préfèrent même n'avoir que + 7°. Au-dessous de + 14° pour la levure haute, comme au-dessous de + 7° pour la levure basse, la fermentation se fait encore, mais avec moins de force, en sorte que + 16° à + 18° repré-

sente la moyenne, dans le premier cas, et + 10° à plus + 11°, dans le second.

Recherches de Cagniard-Latour, Melsens, Schumacker, Wiesner, Manassein sur les températures extrêmes que peuvent supporter les *Saccharomyces*.

Quoi qu'il en soit de la température extrême que l'organisme du *Saccharomyces* peut supporter en conservant la faculté de revivre ensuite, il n'en ressort pas moins que la vie de cette plante se trouve ralentie ou activée suivant les circonstances; que la chaleur, comme le froid, l'impressionne désagréablement : c'est pour cela qu'on emploie ces deux agents pour arrêter la fermentation et conserver les boissons fermentées.

b. — Action de l'électricité.

Les physiologistes actuels paraissent attacher peu d'importance à l'action de l'électricité. M. Schutzenberger dit seulement : « Les étincelles d'une machine Holtz, ou les étincelles d'induction passant à travers de l'eau contenant de la levure, ne modifient ni son pouvoir inversif, ni son pouvoir comme ferment. » Toutefois M. Béchamp a constaté que, sous l'influence de l'électricité, il fallait ajouter aux produits excrétés : « matières fixes, 3,690; matières minérales, 0,984; — soit 27 0/0 de sa substance supposée sèche. »

Expériences de Colin sur l'action de l'électricité sur le ferment alcoolique.

c. — Action de la lumière.

On semble s'être fort peu occupé de cette question. « La marche des fermentations est plus lente à l'obscurité, » dit M. Schutzenberger. Pour les vins, les cidres et les bières, on s'est préoccupé de savoir s'il fallait couvrir les cuves ou bien les laisser découvertes; mais ce n'a jamais été au point de vue de l'action de la lumière sur les ferments. Il est vrai que dans tous les cas, ou à peu près, le cuvage se fait dans des vases en bois, et que, si la partie supérieure reste ouverte, elle se trouve bientôt recouverte par ce qu'on nomme le *chapeau*, en sorte qu'on peut dire que, dans tous les cas, la vie des *Saccharomyces* en fermentation se passe à l'abri de la lumière.

d. — **Action du mouvement.**

D'après M. Hansen, l'agitation accélère la production de la levure; cette conclusion est contraire à celle que nous trouverons formulée pour les Schizophycètes par MM. Bert et Horwath.

§ III. — **Étude des fonctions.**

Comment le Schizomycète réagit-il sur les milieux? comment s'y comporte-t-il? que fait-il des aliments qui s'offrent à ses appétits excités par les impondérables? en un mot, comment vit-il? Telles sont les questions qui nous restent à résoudre.

Tous les phénomènes, il ne faut pas l'oublier, se passent dans une masse de protoplasma enveloppée d'un sac de cellulose : d'où il suit qu'il est difficile d'étudier séparément ceux des phénomènes qui sont du ressort de l'assimilation et ceux qui relèvent de la désassimilation; c'est là ce qui fait que les auteurs qui ont écrit sur ce sujet se trouvent souvent en contradiction, la plantule fonctionnant alternativement dans un sens ou dans l'autre, sous l'influence de causes qui leur ont échappé et les ont induits en erreur.

Nous étudierons successivement : 1° les fonctions de nutrition, c'est-à-dire celles qui tendent à entretenir la vie de l'individu et à préparer celle de ses descendants; 2° les fonctions qui assurent la perpétuité de l'espèce par le moyen de la génération.

1° Fonctions de nutrition.

Comment se nourrit le protophyte? quels éléments emprunte-t-il aux aliments pour en faire sa propre substance? quels sont ceux, au contraire, qu'il rejette après les avoir utilisés, et, en un mot, comment cet ensemble de phénomènes donne-t-il, en résumé, ces produits qui nous font, suivant les cas, craindre ou rechercher leur intervention? Ce sont là autant de questions capitales, qui, il faut l'avouer, sont loin d'être résolues, malgré les travaux des physiologistes éminents qui les ont traitées et retournées sous toutes leurs faces. Cependant, après avoir attentivement étudié tous ces débats, nous croyons pouvoir dire que, dans bien des cas, l'entente eût pu se faire si, dans l'ardeur des discussions, les adversaires se laissant

trop emporter par la certitude où ils étaient de l'excellence de leurs opinions respectives, n'avaient pas oublié de s'assurer, avant tout, s'ils étaient bien sur le même terrain.

Nous avons à examiner : 1° la végétation du protophyte; 2° son accroissement.

A. — Végétation.

Les Schizomycètes, étant des cellules végétales, vivent comme toute cellule végétale, c'est-à-dire qu'à travers la membrane, comme à travers un filtre, il s'établit un courant qui fait passer, de l'extérieur à l'intérieur, les substances assimilables du milieu, tandis qu'un autre, en sens inverse, emporte les substances usées et les rend aux milieux d'où elles étaient sorties. Il y a donc absorption et excrétion ou sécrétion. Les savants ne se sont pas encore mis d'accord sur ce point; aussi, en est-il résulté qu'ils ont différemment interprété le phénomène.

Hypothèses diverses : Béchamp, Berthelot, Mitscherlich, Pasteur.

En résumé, les uns attribuent la décomposition du sucre à l'alimentation du ferment figuré, les autres admettent que c'est la matière excrétée qui agit après coup comme ferment soluble. Il y a, dans chacune de ces hypothèses, une somme de vérité qui explique comment chacune conserve sa place dans la Science et compte parmi ses défenseurs d'illustres expérimentateurs. Nous verrons dans un instant comment, au lieu de s'exclure, elles se complètent.

Ceux qui soutiennent que la décomposition du sucre est un effet de la nutrition du microphyte sont obligés d'expliquer cette nutrition; ils ont trouvé la *théorie de la vie sans air*.

Aérobies et Anaérobies. Idées de Colin, de Bouchardat. Théorie de Pasteur : la fermentation s'explique par la vie sans air des ferments vrais; opinions contradictoires : Trécul, Berthelot et Cl. Bernard.

Dans nos études sur la fabrication des différentes boissons fermentées, nous n'avons pas vu que l'on ait songé à éviter à la levure le contact de l'air. La fermentation ne se fait donc pas nécessairement à l'abri de l'air et dans des liquides purgés d'oxygène. Alors,

n'y aurait-il pas d'anaérobiens et l'anaérobiose serait-elle une hypothèse à rejeter? « Ici, les avis sont très partagés, même chez les partisans de l'explication de M. Pasteur. Pour les uns, la présence de l'oxygène activerait la fermentation; pour d'autres, elle la retarderait; ceux-là soutiennent qu'il n'y a pas de multiplication ni d'accroissement, mais simplement fermentation des substances sucrées; pour d'autres, la décomposition porterait sur les matières albuminoïdes, etc. »

Cfr. : Brefeld (O.), Mayer (A.), Traube, Marker (Max.), Schutzenberger (P.), Tyndall, Wægner, Pedersen.

Que penser, après cela, de l'anaérobiose? Nous pensons que la compétence des contradicteurs ne laissera pas de nous jeter dans un embarras profond. Comment admettre que des expérimentateurs aussi ingénieux et des observateurs aussi sagaces puissent s'être trompés les uns ou les autres, et même les uns et les autres, de si étrange façon que nous les trouvons affirmant des thèses aussi opposées et aussi contradictoires avec la même impétuosité et la même confiance en la vérité de leurs assertions? Pour nous, envisageant la question dans son ensemble, et tenant compte des préoccupations individuelles de chaque adversaire, nous croyons pouvoir avancer que ces deux opinions, en apparence aussi contradictoires, ne sont pas aussi difficiles à concilier qu'on pourrait le craindre de prime abord. M. Pasteur voit dans la levure un être organisé, une cellule végétale, et ne veut voir que cela; hors de cette cellule, point de fermentation; l'école opposée voit dans le ferment une substance amorphe, « protoplasma ou zymase, » et ne tient pas compte de l'appareil organique, surajouté ici, que l'on nomme membrane. Un désaccord était inévitable, le sujet en observation n'étant pas, en réalité, compris de la même façon. La levure est membrane cellulosique et protoplasma : si l'on oublie l'un ou l'autre de ces deux facteurs, l'erreur se produit. Le protoplasma, nu ou inclus (nous le prouverons), assimile et désassimile, absorbe et respire, transforme la glycose en alcool et en acide carbonique, cela est évident; mais, tandis que ces phénomènes sont simples et s'arrêtent là pour ceux qui considèrent la levure comme du protoplasma pur, ils se compliquent pour les autres du fonctionnement de la membrane surajoutée qui vit aussi, pour sa part, organisant les hydrates de carbone, et, par là, participe à la résultante générale. Mais, de ce que la vie de la membrane s'ajoute à celle du proto-

plasma, il ne s'ensuit pas que le protoplasma n'a aucune action. L'étude des deux espèces de ferments, figuré et amorphe, est inséparable, l'une explique l'autre et la complète. L'alcool et l'acide carbonique se produisent, qu'il s'agisse de protoplasma inclus, ou de protoplasma nu et amorphe; mais, dans le premier cas, l'action de la membrane apporte un perfectionnement, car si le protoplasma prend de l'oxygène, comme dans l'autre cas, en plus, il décompose du sucre pour faire de la cellulose. Il se peut donc, et cela s'expliquerait naturellement, que la portion des phénomènes de fermentation alcoolique due au protoplasma ne soit pas explicable par la « vie sans air », ainsi que le veulent MM. Cl. Bernard et Berthelot, mais que, pour le cas des ferments figurés, la privation d'air libre soit une condition favorable à la décomposition du sucre et, par là, amenât encore, par un autre procédé, la formation d'alcool et d'acide carbonique, comme le veut M. Pasteur. Il y a là une complication qui peut masquer le phénomène général et qui nécessite de nouvelles expériences.

Remarques de Gunning sur l'impossibilité d'obtenir un milieu absolument privé d'oxygène.

En résumé, tous les Schizomycètes sont des microphytes qui, pour vivre, ont besoin d'oxygène. Mais, comme cela se voit dans le Règne animal, certains d'entre eux ont des métamorphoses et peuvent, dans certaines phases de leur vie, respirer l'air libre ou bien l'air dissous; ils sont amphibies. Les *Saccharomyces* vivent de l'air dissous dans l'eau, les *Mycoderma* et les Mucédinées, leurs congénères, vivent de l'air libre. De plus, les *Saccharomyces* ont la faculté de décomposer les sucres pour leur emprunter l'oxygène qui leur est indispensable. La résultante varie suivant les cas. Quand le Schizomycète vit à l'air libre, il agit à la manière des Champignons aériens : il brûle les hydrates de carbone; c'est pour cela que l'alcool disparaît des solutions à la surface desquelles végètent les Mycodermes; quand, au contraire, il est submergé, sa respiration devient aussi faible que possible, puisqu'il n'a plus que l'oxygène dissous dans l'eau; il ne détruit pas l'alcool, et, de plus, il décompose le sucre pour obtenir de lui l'oxygène qu'il ne trouve pas ailleurs; il en fait CO^2 et laisse comme résidu : $C^4H^6O^2$, l'alcool.

C'est là toute la fermentation !

De la non-spécificité des *Saccharomyces*. Cfr. : Bellynck, Reess, Barénetzki, de Luca, Van-Tieghem, Muntz, Fitz.

Dépossédés de leur spécificité, les *Saccharomyces* rentrent dans la règle générale et ils produisent de l'alcool avec la glycose, parce que « l'alcool est un produit de végétation, et, si la levure en produit en si grande quantité, c'est qu'elle se reproduit avec grande activité. » Nous ajouterons que le ferment, étant dans les conditions de la vie sans air, ne peut brûler l'alcool formé. On comprend ainsi comment il se fait qu'il opère mieux. Ses aptitudes l'ont fait choisir pour être cultivé, comme les agriculteurs ou les horticulteurs entourent de soin les plantes qui leur rapportent le plus d'agrément ou de profit.

Restés en face de ce microphyte, auquel nous reconnaissons la supériorité sur tous les autres pour la production de l'alcool, nous nous demandons auquel des éléments qui entrent dans sa structure nous devons le dédoublement du sucre. Tous deux sont certes utiles à l'accomplissement régulier du phénomène ; mais tous deux sont-ils également utiles, tous deux sont-ils indispensables ; en un mot, peut-on se passer de l'un ou de l'autre ?

Le *Saccharomyces* se compose d'un protoplasma entouré d'une enveloppe cellulosique ; il faudrait pouvoir les isoler l'un et l'autre et les faire travailler successivement et séparément. Ces conditions sont si difficiles à réaliser qu'on a essayé de tourner la difficulté.

Expériences de BOUCHARDAT (A.), LUDERSDORFF, SCHMIDT, BÉCHAMP.

La préoccupation de mettre leurs résultats d'accord avec la théorie cellulaire a troublé les physiologistes qui se sont occupés de la question, et leur a fait voir avant tout, dans le microphyte, le sac enveloppant : la membrane cellulosique ; de là, l'hypothèse de M. Béchamp des zymases contenues dans la membrane ; de là, celle de M. Berthelot, soutenue par M. Fremy, et dans laquelle ces savants admettent des ferments solubles sécrétés :..... « Il s'agit, dit M. Berthelot, de savoir si le changement chimique produit dans toute fermentation ne se résout point en une réaction fondamentale, provoquée par un principe défini, spécial, de l'ordre des ferments solubles, lequel se consomme, en général, au fur et à mesure de sa production, c'est-à-dire se transforme chimiquement pendant l'accomplissement même du travail qu'il détermine. » M. Pasteur n'admet pas cette sécrétion, tout au moins il nie le rôle des matières secrétées, et l'un de ses élèves, M. Cochin, a cru pouvoir prouver l'exactitude de cette manière de voir. Ces contradictions s'expliquent par ce fait que le facteur de la fermentation n'est point

la cellule, mais bien la masse protoplasmique; cela donne raison à tous, mais, du même coup, le rôle de la membrane cellulaire s'efface, ce que Cl. Bernard déclare implicitement dans ses notes posthumes. « L'alcool, dans les jus retirés des fruits, augmente par un ferment soluble. Car cette augmentation n'a pas lieu si le jus est cuit. Dans le verjus et les jus pourris, l'augmentation de l'alcool a lieu sans levure. Dans le jus mûr protoplasmique, toute la levure se montre avec formation d'alcool, et encore « il faut prouver que la formation d'alcool est indépendante de la présence de toute cellule. »

S'il en est ainsi, les albuminoïdes doivent produire la fermentation alcoolique. C'est ce qui a lieu.

Cfr. : Colin, Bouchardat, Béchamp, Berthelot.

Il y a dans les phénomènes végétatifs deux choses que l'on semble confondre, c'est : 1° l'accroissement, 2° la fermentation ou production d'alcool, d'acide carbonique, etc., etc. On est tenté d'y voir deux phénomènes qui sont corrélatifs l'un de l'autre et qui marchent parallèlement. L'accroissement est un phénomène d'assimilation et la fermentation un phénomène de désassimilation; mais ils ne sont pas nécessairement proportionnels l'un à l'autre. Supposons de la levure à l'état d'entretien; elle ne perd ni ne gagne; dans ce cas, il y a fermentation, parce qu'il y a eu remplacement d'éléments usés par des éléments neufs, et l'on peut comprendre que, si le mouvement d'entrée s'équilibre avec le mouvement de sortie, la fermentation a lieu sans qu'il se fasse d'accroissement de levure. Mais l'équilibre peut être rompu, et alors, suivant les circonstances extérieures dans lesquelles la levure est placée, il y a accroissement ou diminution. S'il y a accroissement, il peut porter sur les matières protoplasmatiques, alors l'alcool et l'acide carbonique peuvent ne pas augmenter de proportion; mais il peut, au contraire, se faire que le travail porte exclusivement sur la consolidation des cellules; alors, l'hydrate de carbone étant fortement décomposé, les proportions d'alcool et d'acide carbonique augmentent. De même, s'il y a décroissance, l'usure peut atteindre exclusivement le protoplasma, et les proportions du détritus augmentent seules, les produits de la fermentation restant les mêmes; par contre, leur proportion peut fortement augmenter si l'usure porte sur les cellules. Or ces questions n'ont encore été qu'entrevues, et la difficulté de se bien rendre compte de l'état de prospérité de la levure empêche d'arriver à des résultats complets.

On peut comprendre, d'après ces considérations, combien le pouvoir et l'activité du ferment sont exposés à varier; car, tous deux, ils se trouvent subordonnés à un ensemble d'impressions diverses, provenant d'une part de l'état de santé du *Saccharomyces*, de l'autre, des actions exercées sur lui par les agents extérieurs : un sol plus ou moins dense, une température plus ou moins élevée, de l'oxygène en plus ou moins grande abondance, etc., etc. MM. Schutzenberger et Pasteur ont fort agité ces questions, sans pouvoir arriver à un accord. Pour nous, il nous semble que si l'on peut, avec M. Pasteur, admettre que le *pouvoir* d'un ferment peut être mesuré par la quantité de travail accompli, on ne peut juger de sa *puissance* qu'en faisant, avec M. Schutzenberger, entrer en ligne de compte son *activité*, c'est-à-dire le rapport entre le travail fourni par l'unité de poids de levure dans l'unité du temps. Le ferment le plus puissant serait celui qui, à pouvoir égal, aurait une activité plus grande. Le pouvoir étant susceptible d'être augmenté ou diminué indépendamment de l'activité, qui, de son côté, pourrait être excitée ou ralentie sans que le pouvoir soit changé. Quant aux causes de ralentissement ou d'excitation de l'activité, « le désaccord est, suivant l'expression de M. Pasteur, complet et absolu. »

B. — Accroissement et multiplication.

L'assimilation et la nutrition amènent l'accroissement des êtres et cet autre phénomène (qui n'est qu'une modalité de leur accroissement) la production de certains corps que l'on nomme propagules, bulbilles ou bourgeons, et qui, suivant les circonstances, peuvent rester adhérents à la plante-mère ou s'en séparer pour vivre d'une vie propre et indépendante. Ces corps ne sont que des ramifications de la plante prenant une physionomie spéciale, et ayant une aptitude particulière; placés dans des conditions convenables, ils produisent le rameau comme s'ils étaient sur la plante-mère.

Pour le cas présent, où la simplicité des organismes est poussée à l'extrême, les corps appelés à continuer la plante peuvent être de deux sortes :

1° Ce sont des bourgeons qui s'échappent de la cellule par hernie du protoplasma; ces bourgeons se font lorsque la plante est en toute activité de production et de végétation.

2° Ce sont des spores (?) qui ne deviennent libres que par fonte de la membrane enveloppante; elles ne se produisent que lorsque

le protoplasma se trouve dans des conditions anormales où il ne peut plus vivre et dans lesquelles il est obligé de prendre des précautions pour se garantir de la destruction. C'est un ***enkystement plutôt qu'une sporulation.***

Nous aurons à étudier : 1° le bourgeonnement; 2° la sporulation (enkystement).

a. — Bourgeonnement.

Le bourgeonnement des cellules a été annoncé par Cagniard-Latour et revu, quoique interprété d'une autre façon, par Colin, dont l'affirmation est d'autant plus précieuse qu'il était loin de soupçonner la cause du phénomène, puisqu'il regardait la levure comme un composé chimique. « Ces globules ainsi dégagés de leur mouvement, qui souvent les groupe, sont quelquefois joints deux à deux ; nous n'avons point vu de réunion de trois. Quand ils sont unis, il y en a un plus petit que le second, lequel a la dimension commune à tous. M. Vandenhecke ne sait pas si ce sont des globules distincts qui sont joints ou bien si le petit sort du grand ou lui est uni de manière que le point d'attache soit oblitéré et les deux bords confondus au point d'insertion. »

Turpin signalait des chapelets de *Saccharomyces* qui ne pouvaient provenir que d'un bourgeonnement; c'est même cette apparence qui les lui faisait nommer *Torula*.

Discussion sur le bourgeonnement. Opinions contradictoires de F.-A. Pouchet qui le nie et de Trécul qui l'affirme.

Le bourgeonnement des *Saccharomyces* était chose si évidente que la discussion ne pouvait se prolonger longtemps. Au reste, il pourrait se faire que, n'examinant pas la même levure, ces deux savants aient observé deux choses différentes. Certains *Saccharomyces* de la levure basse se montrent fort peu à l'état de *Torula*, et, si l'on rencontre des groupements dans ces cas, ils sont dus à des cellules unies simplement par une sorte de gangue glaireuse. M. Lacroix s'exprime ainsi à ce sujet : « En général, les globules de levure que l'on retrouve au fond des cuves après la fermentation sont isolés et libres. Ils se présentent rarement en chapelets. Lorsqu'ils sont réunis en masse, leur accolement est accidentel, on peut les séparer facilement en appuyant légèrement sur la lame de verre

qui les recouvre. Si, au contraire, on observe de la levure en voie d'action, on trouve les globules disposés le plus souvent en masses

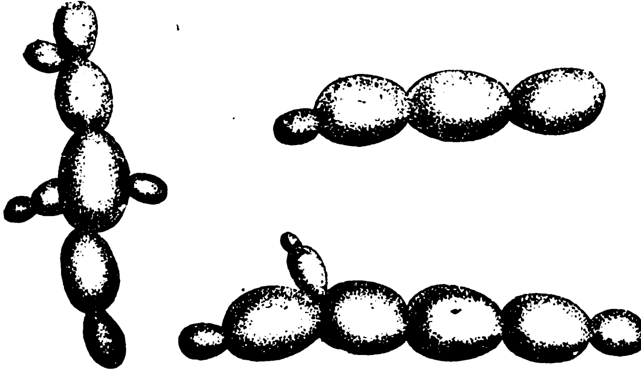


Fig. 49. — *Saccharomyces cerevisiæ*. Bourgeonnement de la levure supère, d'après M. Engel.

formées d'un nombre plus ou moins considérable de cellules. On aperçoit des chapelets composés de deux ou trois cellules seule-

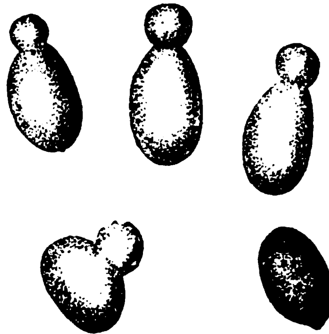


Fig. 50. — *Saccharomyces cerevisiæ* Mey. Bourgeonnement de la levure infère, d'après M. Engel.

ment, d'autres d'un plus grand nombre. Ces chapelets sont alors dus au bourgeonnement de la levure. On rencontre aussi, dans ce dernier cas, des globules isolés qui commencent à bourgeonner; d'autres enfin sont complètement libres et n'ont encore poussé aucun bourgeon [1]. »

Dans les *Saccharomyces cerevisiæ* Mey. (fig. 36, 38, 39 et 49, 50), au moment où la cellule a acquis ses dimensions normales [2], on voit

1. Lacroix (Léon). *De la levure de bière et de la fermentation alcoolique.* Thèse pharm., 1870, pag. 14.

2. Les figures de ce fascicule ont été tracées à la même échelle afin que le

apparaître, sur un des points de la périphérie (fig. 48), en général vers une des extrémités, quand la cellule est ovoïde, une petite

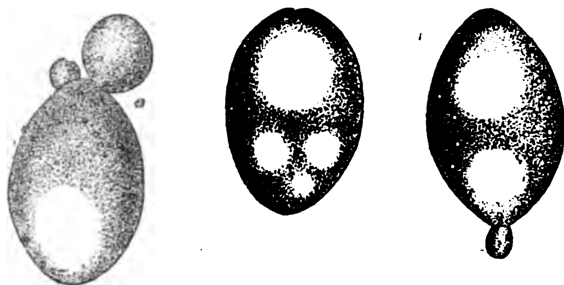


Fig. 51. — *Saccharomyces cerevisiæ*. Bourgeonnement de la levure supère, forme arrondie, d'après M. Luerssen.

hernie de protoplasma. Au début, un petit bourgeon est nu et simplement plongé dans la zone glaireuse ; mais, à mesure qu'il grossit, il s'enveloppe d'une membrane qui devient apparente et qui le suit dans son développement ultérieur. Quand il a acquis environ les deux tiers de ses dimensions normales, il a tendance à se séparer dans la levure basse ; il reste, au contraire, adhérent

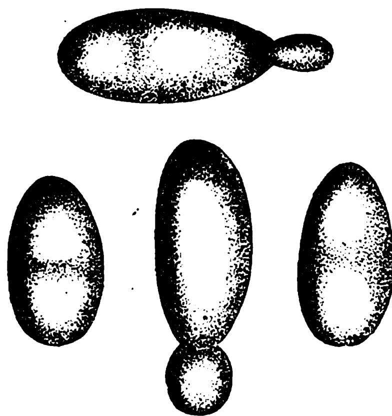


Fig. 52. — Forme allongée (action de la chaleur), d'après M. Engel.

dans la levure haute et peut alors lui-même bourgeonner, et les bourgeons secondaires, tertiaires et quaternaires agissant de même,

lecteur puisse les comparer entre elles. Toutefois, à tort, peut-être, nous avons cru devoir en amplifier quelques-unes plus que les autres, afin de permettre de pouvoir saisir plus facilement certains détails. Ainsi, les figures 49 et 50 ont été doublées et les figures 51 à 60 ont été quadruplées.

on a des groupes de cellules qui forment comme des flocons dans le liquide fermentescible. Pendant que chaque cellule fournit ainsi du protoplasma pour faire un ou plusieurs bourgeons, on voit se faire des vacuoles au milieu des cellules-mères (fig. 50, 51). Les mêmes phénomènes se retrouvent dans les autres *Saccharomyces* et aussi dans le *Carpozyma apiculatum* (fig. 35).

Dans les autres Schizomycètes, le bourgeonnement se fait de la même manière, et c'est ainsi que se forment les ramifications des *myceliums* ou *hyphas* qui constituent les Mycodermes ou les *Hygrocrocis* que nous avons signalés dans certaines fermentations zymogènes ou pathogènes et que nous allons étudier à un autre point de vue.

b. — Sporulation ou enkystement.

Lorsque les milieux s'appauvrissent et deviennent, par là, inaptes non seulement à l'accroissement, mais encore à la végétation, le protoplasma, menacé dans son existence, se fragmente et entoure chacune de ses portions d'une membrane cellulosique. Ces fragments de protaplasme forment alors des sphérules auxquelles on a donné le nom de *spores* et qui, contenues pendant quelque temps dans l'intérieur de la cellule mère, forment alors quelque chose d'analogue à ce que nous appellerons plus tard *thèque* ou *asque*. En sorte que les Schizomycètes nous amènent, de ce fait, aux Ascomycètes, comme, d'autre part, ils nous amenaient aux Basidiomycètes par leur bourgeonnement.

Cfr : LEEUWENHOECK, CAGNIARD DE LATOUR, DE SEYNES, TRÉCUL, REESS, ENGEL, SCHUMAKER. Des *Saccharomyces Mycoderma* REESS ou *Mycoderma Vini* DESM et *M. cerevisiæ* DESM.

Nous empruntons les détails suivants, sur la sporulation, au travail de M. Engel [1] (fig. 53).

« Les cellules (du *Saccharomyces cerevisiæ*) les plus vieilles et les moins riches en protoplasma périssent et tombent en détritus. D'autres cellules, au contraire, agrandissant leurs lacunes, disparaissent, et le protoplasma se disperse en ferment dans le suc cellulaire. Au bout de six à dix heures, on voit apparaître

1. Engel (L.), *Les ferments alcooliques.* Thèse inaug., 1872, pages 27 et suiv.

au milieu de ce protoplasma deux à quatre îlots plus brillants et plus denses autour desquels se rassemblent de fines granulations. Ces îlots denses n'offrent point l'apparence de nucléus, et ils se différencient de plus en plus en devenant exactement sphériques. Douze à vingt-quatre heures plus tard, chacune de ces sphérules se revêt d'une membrane très fine, mais qui s'épaissit peu à peu et offre alors, à un grossissement de 600, un double contour. Lorsqu'il n'y a que deux spores, elles sont placées suivant le grand diamètre de la cellule mère; lorsqu'il y en a trois, elles sont ordinairement disposées

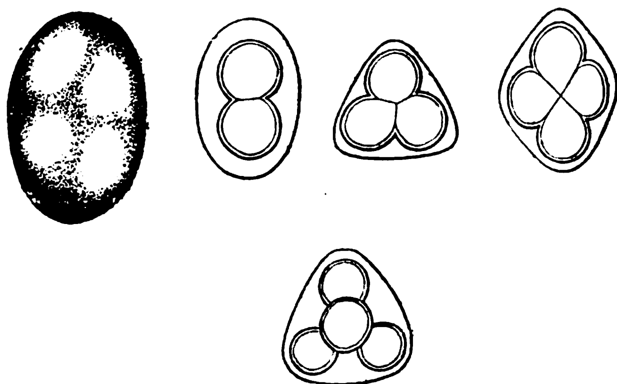


Fig. 53. — *Saccharomyces cerevisiæ* Mey. Sporulation, d'après M. Engel.
a. Division du protoplasma. — *b*, thèque avec diade de spores. — *c*, thèque avec triade. — *d*, *e*, thèque avec tétrades.

en triangle; lorsqu'il y en a quatre, elles sont disposées en croix ou bien trois d'entre elles forment un triangle auquel la quatrième est superposée en forme de tétraèdre.

« Pendant leur évolution, les spores se touchent; il se produit par conséquent au point de contact une surface plane; elles restent attachées entre elles pendant quelque temps après leur maturité et forment ainsi des diades, des triades et des tétrades. Les deux spores des diades n'ont qu'une face plane; celles des triades en offrent deux inclinées entre elles à 120°; enfin les spores des tétrades disposées en croix ont aussi deux faces planes, mais inclinées entre elles à angle droit. Lorsque les spores mûrissent, les thèques se moulent sur elles et prennent aussi des formes diverses. La thèque des diades est elliptique; celles des triades sont triangulaires, à angles arrondis; enfin celles des tétrades, empilées, sont tétraédriques.

« A la maturité complète, la membrane de la *thèque* — c'est ainsi que l'on appelle la cellule mère transformée en fruit — se déchire

et laisse échapper les spores. Les *thèques* mûres mesurent 10 à 15 micromillimètres ; les spores ont un diamètre de 4 à 4,5 micromillimètres. »

Ces spores germent (fig. 54) dès qu'elles trouvent un milieu fermentescible. Chaque spore se gonfle, puis donne un bourgeon. « Ce premier bourgeon (ou cellule de ferment) reste toujours plus petit que les bourgeons qui naissent plus tard. » Dès lors, ils se conduisent suivant leur nature, soit comme des ferments infères, soit comme des ferments supères.

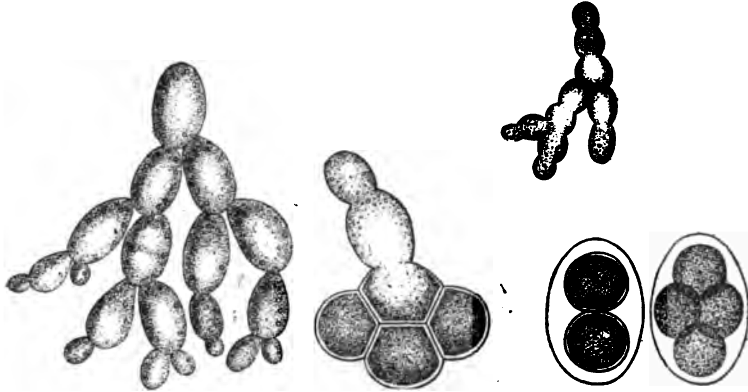


Fig. 54. — *Saccharomyces cerevisiæ* MEY. Sporulation, d'après M. Reess. État divers du développement des spores.

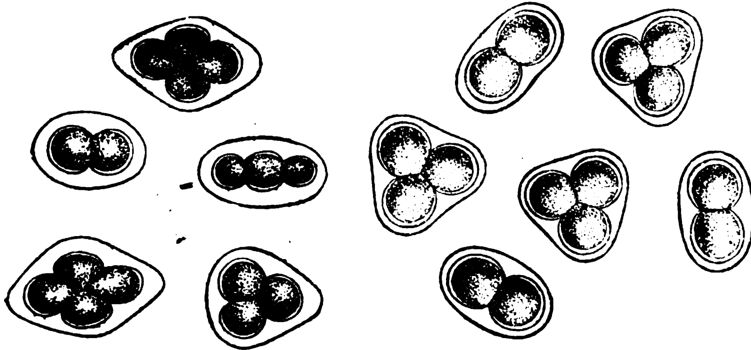


Fig. 55. — *Saccharomyces ellipsoïdeus*, REESS.

Fig. 56. — *Saccharomyces exiguus*, REESS.

« Jamais ni les cellules ni les spores, quoique cultivées sur des substrats divers, n'ont manifesté la moindre tendance à produire

des organes analogues à un mycelium ». Dans les autres *Saccharomyces,* la sporulation se fait d'une façon analogue à celle qui vient



Fig. 57. — *Saccharomyces Pastorianus,* Reess.

Fig. 58. — *Saccharomyces minor,* Eng.

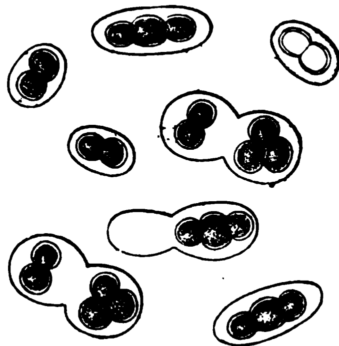


Fig. 59. — *Saccharomyces conglomeratus,* Reess.

d'être décrite chez le *S. cerevisiæ;* on peut s'en convaincre en jetant les yeux sur les figures 55, 56, 57, 58, 59.

Sur la sporulation des *Saccharomyces ellipsoïdeus, S. exiguus, S. Pastorianus, S. minor, S. conglomeratus.*

Nous avons vu le *Carpozyma apiculatum* se singulariser des autres ferments alcooliques par la manière dont se fait son bourgeonnement; la sporulation est plus étrange encore (fig. 60) et nous permet de relier intimement les Schizomycètes, dont il est le représentant le plus parfait, avec les derniers du groupe des Champignons. Nous laisserons encore la parole à M. Engel, à qui revient l'honneur de la découverte.

« Lorsque le ferment apiculé est déposé sur les plâtres humides, on voit, au bout de dix à quinze heures au plus, un petit amas de matière protoplasmique, clair et brillant, se former à l'une des extrémités de la cellule, du côté de la saillie. Quelquefois, mais rarement, il se forme un amas semblable, mais ordinairement plus petit, à l'extrémité opposée. — Lorsque l'amas est unique, il s'agrandit encore pendant quelque temps, sans changer de place, puis il chemine vers le centre de la cellule, en traînant quelquefois après lui une queue effilée. Arrivé au centre de la cellule, il prend la forme d'une sphère en s'agrandissant de plus en plus. Lorsque la cellule a présenté au début deux amas protoplasmiques, les deux portions se rejoignent d'abord au centre et finissent par se fondre l'une dans l'autre en prenant la forme sphérique. Pendant ce temps, les parois de la cellule subissent aussi un changement profond ; la membrane cellulaire s'épaissit considérablement et finit par présenter deux contours très nets et foncés, séparés par un intervalle clair qui, sous certaines inclinaisons de la lumière, prend une jolie teinte rosée. Au fur et à mesure que la sphère intérieure grandit et que la membrane cellulaire s'épaissit, les saillies de la cellule deviennent de moins en moins saillantes et finissent par s'effacer complètement ; la cellule est alors elliptique et sans apicules. »

« La sphère centrale s'est, pendant ce temps, recouverte d'une enveloppe cellulaire. A cette époque du développement, la plante présente : 1° une enveloppe extérieure épaisse et qui paraît composée de deux couches de densité différente ; 2° à l'intérieur de cette enveloppe, un espace ovoïde, ou circulaire, rempli de suc cellulaire, clair ; 3° tout au centre et nageant dans le liquide, la sphère protoplasmique entourée de sa membrane. — La sphère interne continue à s'accroître ; l'espace rempli de liquide se retrécit peu à peu ; le diamètre transversal de la membrane extérieure s'allonge rapidement, et le tout finit par prendre l'aspect d'une sphère revêtue simplement par une épaisse membrane extérieure. Tous ces phénomènes se passent dans un espace de quarante-huit heures. »

« A cet état de développement le sporange (ou thèque) complet mesure 9 à 12 μ, la sphère interne 6 à 9 μ et la membrane extérieure 1 μ 5 d'épaisseur. Ces organes de fructification entrent alors dans un état de repos et sont destinés à passer l'hiver sans se développer ultérieurement. La majorité des thèques produites, au commencement d'octobre, quoique conservées humides, n'avaient point encore changé d'aspect à la fin du mois de janvier et au commencement de février, c'est-à-dire au bout de quatre à cinq mois. Vers la

fin de février, trois ou quatre de ces thèques ont présenté un développement précoce, et j'ai pu observer quelques-unes des phases de cette transformation. »

« La sphère interne (thèque ou sporange) continuant à s'accroître, l'enveloppe extérieure est soumise à une pression interne croissante et à laquelle elle finit par ne plus pouvoir résister. La couche la

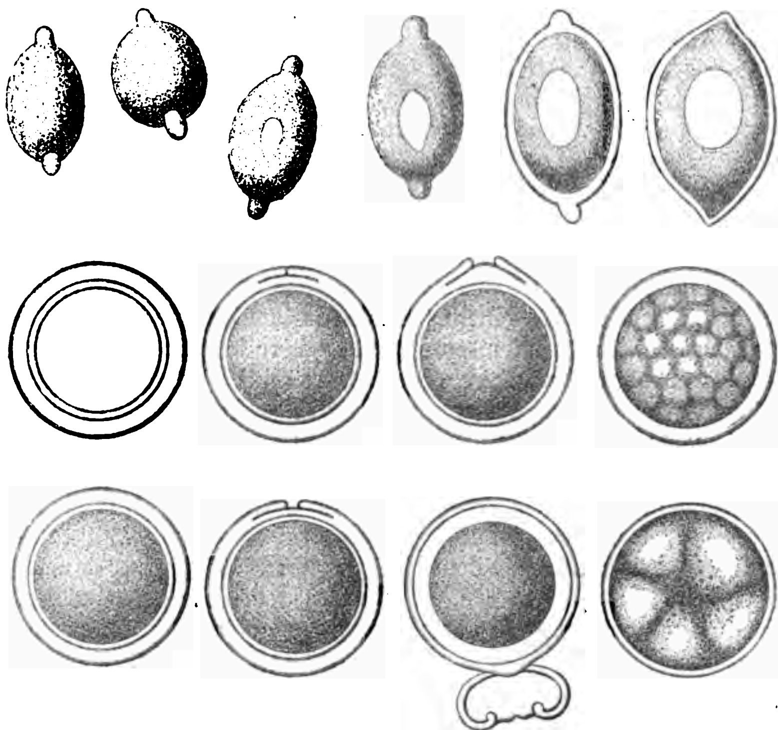


Fig. 60. — *Carposyma apiculatum* Eng. États successifs de la sporulation, d'après M. Engel.

plus externe, ou *épisporange*, se déchire alors en un point de sa circonférence, mais elle continue encore à envelopper complètement les couches les plus profondes. La membrane moyenne, ou *mésosporange*, s'imbibe alors d'eau au côté qui correspond à la fissure; elle se gonfle en ce point et finit par former hernie. L'épisporange se déchire alors tout à fait et laisse échapper le sporange encore recouvert du mésosporange. Les organes ne deviennent pas immédiatement libres; ils traînent encore avec eux l'épisporange, qui leur reste accolé au moyen du mésosporange gonflé et gélatineux.

L'épisporange s'est roulé en spirale et recroquevillé. Le mésosporange finit par se déchirer aussi en plusieurs points et disparaît. Le sporange s'agrandit encore un peu; sa membrane, quoique très délicate, offre un double contour, et son protoplasma, très finement granulé et répandu dans toute la cellule, surtout vers le centre, contient quelques granules plus gros qui paraissent de nature graisseuse. Plus tard encore, le protoplasma tapisse la paroi interne du sporange; en quelques points, la couche paraît plus mince; en d'autres, l'accumulation semble être plus forte; le tout présente ainsi un aspect réticulé, les granules graisseux ont complètement disparu. — Au commencement de mars, quelques sporanges sont encore plus avancés; on y voit un grand nombre de petits grains, assez épais, de protoplasma, séparés entre eux par un réseau de granulations plus fines. Nul doute, pour moi, que ces petits grains de protoplasma ne soient l'ébauche de spores futures. » (Fig. 57.)

La transformation en thèques se fait soit sur des spores isolées, soit sur deux cellules encore réunies, la cellule fille fructifiant seule, soit sur les deux cellules filles reliées par la cellule mère stérile; enfin, une fois, M. Engel a vu les trois cellules fructifier ensemble.

Ce mode de fructification du *Carpozyma* tend à le rapprocher d'un genre de Champignons mucédinés parasites qu'on nomme *Protomyces*, dont le plus connu est le *P. macrosporus*, qui vit en parasite sur l'*Ægopodium podagraria* et sur le *Meum athamanticum*. Toutefois on n'a pu jusqu'ici rencontrer de *Carpozyma* avec mycélium, en sorte qu'il différerait par là des *Protomyces*. « Il occuperait dans le système mycologique, à côté du *Protomyces*, la même place que le *Saccharomyces* à l'égard de l'*Exoascus*. » (Engel).

1° Fonctions de génération

Pour beaucoup de physiologistes, l'histoire biologique des Schizomycètes s'arrêterait ici. Ne les a-t-on pas vu vivre, s'accroître, décroître, se reproduire et disparaître? Le cycle de leur vie n'est-il donc pas fermé? A peine resterait-il à parler de la dissémination de leurs germes, car il ne peut être question pour ces infimes organismes de reproduction par le concours des sexes! Cela est vrai peut-être[1]; mais, si nous n'avons pas à rechercher la génération par sexes, qui est la plus haute expression de la *division du travail*, nous

1. Nous renvoyons à notre chapitre : *Reproduction des protoplasmes*, pour justifier peut-être ce qui, ici, semblera un peu hasardé.

avons à discuter la génération spontanée qui en est l'expression la plus rudimentaire.

En effet, si dans certains cas la fermentation est provoquée par ensemencement des ferments, ces cas sont exceptionnels, et le plus souvent, au contraire, nous avons reconnu qu'elle avait lieu sans que l'ensemencement ait été fait par la main de l'homme, et cependant, dans ces derniers cas, comme dans les premiers, l'opération terminée, on trouve qu'il s'est fait dans le liquide une production considérable de ces mêmes microphytes. La question qu'on se pose devant un semblable résultat est celle-ci : D'où viennent-ils?

Tant que l'on n'a pas su que le ferment était un microbe, on a admis sans la moindre hésitation qu'il se formait naturellement, comme l'on dit, au fond des liquides fermentescibles ; c'était un précipité inorganique, voire même organique, et personne ne songeait à incriminer sa *spontanéité*. La formation de certains principes par l'action des milieux est chose habituelle, et, voyant, dans les moûts sucrés, apparaître certaines substances qui en troublaient la limpidité, qui surnageaient ou, inversement, gagnaient le fond des cuves, on était porté à admettre que ces substances n'étaient que le produit des réactions qui s'accomplissaient en vertu même des affinités chimiques opérant sous l'influence des agents physiques, « comme un précipité engendré par le gluten devenant insoluble en s'oxydant, » disait Liebig. Tous les savants, à peu près, étaient d'accord sur ce point que, dans ses mémoires, trop peu connus, ou du moins trop peu cités, Colin résume en cette phrase : « La fermentation engendre les levures, c'est-à-dire des matières opérant sans aucun aide, rapidement et dès le principe, avec plus d'énergie que les corps dont elles proviennent, la transformation du sucre en alcool [1]. » Cette manière de voir expliquait l'universalité de la connaissance du phénomène des fermentations et sa production en l'absence de tout ensemencement artificiel.

Mais, dès qu'il fut reconnu que ce précipité était formé de *microbes*, les choses changèrent brusquement de face, et de simples qu'elles étaient, devinrent de la plus grande complication. Les savants se divisèrent, les uns continuant, comme par le passé, à croire à une formation spontanée, les autres la déclarant impossible. Ce qui était la vérité avant la découverte devait être l'erreur ; ces microbes ne sont-ils pas des plantes et non plus de simples corps

1. COLIN, *Nouv. Mém. sur la fermentation*, 1838, in *Mém. de la Soc. des Sc. natur. de Seine-et-Oise*, II, pag. 18.

inorganisés, comme on le supposait? Dès lors, ils n'obéissent plus aux forces naturelles physico-chimiques, mais à cette force métaphysique, à ce *flatus* qu'on nomme la « force vitale ». Or, admettre la formation spontanée de ces microbes, c'est admettre la genèse spontanée, cette grosse hérésie! La matière inorganisée seule peut s'agencer d'elle-même. Mais il n'en est pas de même de la matière organisée. La première *était inerte;* la seconde est dirigée par..... une flamme qui donne la vie et qui ne peut se perpétuer par la génération. Or le microbe est soumis à la même loi que tous les êtres *vivants*, il ne peut se produire, il faut qu'il provienne d'un microbe ancêtre.

Ainsi s'élevèrent en face l'une de l'autre deux écoles : l'une, l'*homogénie*, qui n'admet pas de microbe sans parents; l'autre, l'*hétérogénie*, qui professe que la matière s'organise seule avec les éléments inorganiques et forme ainsi un corps dont les molécules, sous l'influence des agents extérieurs, accéléreront leurs mouvements, qui par là, devenant plus apparents, prennent le caractère de ce que les homogénistes appellent « la force vitale ».

D'après la première de ces deux hypothèses, le sujet a le rôle prédominant, les milieux sont l'accessoire; dans la seconde, les milieux sont tout, puisqu'ils suffisent à donner l'être vivant : le microbe.

Un abîme sépare les deux écoles. On a songé à le combler. Sans descendre jusqu'aux déductions inacceptables des oviparistes, et sans admettre qu'un être vivant puisse se former par un simple échange chimique, de telle façon que sa genèse s'expliquerait par une ou plusieurs réactions et que sa vie se pourrait représenter par une *équivalence* ou *formule,* ne pourrait-on pas trouver une explication aux faits qui se passent chaque jour sous nos yeux? Cette préoccupation a donné naissance à deux autres théories : celle de l'hémiorganisme et celle de l'intragénèse.

Nous étudierons séparément l'homogénie et l'hétérogénie dans leurs rapports avec la physiologie des Schizomycètes. Nous rapprocherons de l'hétérogénie l'hémiorganisme et l'intragenèse, qui suppriment aussi l'idée de consanguinité.

A. — Homogénie.

L'habitude que l'on a de voir, chez les animaux et chez les plantes supérieures, les êtres descendre de parents semblables à eux, soit par génération sexuée, qui est le mode le plus compliqué, soit par

simple génération asexuée : par bourgeons, bulbilles, spores ou conidies; et, d'un autre côté, la découverte de ces derniers modes de reproduction chez les ferments, ont augmenté le nombre des partisans de l'école vitaliste. De ce qu'un chat ou un lapin, un platane ou une fougère ne se produisent pas par la simple réaction des milieux ambiants, beaucoup ont conclu que jamais, dans aucun cas, un être vivant, quelque infime qu'il puisse être, ne se produit autrement que par germes. *Omne vivum ex ovo*. Cela admis, il fallut trouver des germes partout, en sorte que la *panspermie* est devenue le corollaire forcé de l'*oviparisme*. C'est pourquoi ceux qui n'acceptent pas que les Schizomycètes puissent se faire spontanément de toutes pièces dans les liquides trouvent des germes partout, les admettent en variétés telles qu'ils puissent subvenir à toutes les diversités de fermentations et soutiennent qu'ils sont, chacun, en telle quantité qu'ils suffisent à tous les ensemencements, quel que soit leur nombre.

Théorie panspermiste. De la présence des germes de Schizomycètes, agents de la fermentation alcoolique et de maladies, dans les milieux ambiants. Opinion des anciens; opinions des modernes et contemporains : Authon, Hoffmann, Pasteur, Béchamp, Tyndall, Maddox, Miquel, etc., etc.

« Peut-on, se demande le Dr Guillaud, affirmer que partout et toujours, dans une fermentation quelconque, les organismes qui s'y développent viennent du dehors? On n'a pas encore pu suivre une seule espèce évoluant de l'air dans un milieu altérable, et de ce milieu dans l'air, et on ne sait pas encore si, dans une pareille migration, le ferment ne se transforme pas. D'un autre côté, si tous les organismes ferments existent dans l'atmosphère, il faut les supposer infinis en nombre et en quantité. Cette multiplication des germes de l'air soulève des objections nombreuses ; d'ailleurs, les observations de Douglas-Cunningham semblent prouver le contraire. Si donc la *panspermie* est vraie en elle-même, elle ne suffit pas à nous éclairer sur l'origine des ferments. »

Impossibilité de la transmission par l'air des germes de Saccharomyces. Observations de J. Duval. Opinion de Cl. Bernard.

Polymorphisme.

La difficulté qu'on éprouve à retrouver dans l'air les traces de l'ensemencement des levures par certaines espèces des Saccharo-

myces, que nous avons étudiés, a conduit à une autre hypothèse qui étend d'une façon singulière les chances des panspermistes. L'air, en effet, s'il ne contient pas de bourgeons ou de spores de levures, contient une quantité considérable de spores de genres et d'espèces différents. Ne trouverait-on pas, par hasard, le moyen de relier ces espèces avec les Schizomycètes? En d'autres termes, est-ce que les Schizomycètes, en général, et les *Saccharomyces*, en particulier, ne seraient pas des états primordiaux de certains Champignons dont on trouve presque partout les germes dans l'air. Pour cela, il faut admettre le polymorphisme et spécialement le polymorphisme des levures.

Des savants se partagent encore sur cette question : les uns ne veulent à aucun prix entendre parler de polymorphisme ; la levure est autonome ; on connaît son cycle d'évolution : *Saccharomyces*, bourgeon, spore asexuée, et l'on revient par l'un ou l'autre au point initial. Ceux qui raisonnent ainsi sont plutôt chimistes que naturalistes. Ces derniers, au contraire, plus au courant que les premiers des surprises dont les êtres inférieurs sont si prodigues, et des transformations nombreuses qu'ils accomplissent pour se plier aux exigences des milieux qu'ils sont parfois obligés de subir, adoptent le polymorphisme avec enthousiasme, et certains peut-être avec imprudence.

Des *Mycoderma* : PERSOON, DESMAZIÈRES, KUTZING, ROBIN, ROZE. **Relations de cet état avec celui de *Saccharomyces* :** TURPIN, DE SEYNES, TRÉCUL, HARZ, CIENKOWSKI, ETC. **Relations des *Saccharomyces* avec l'état Mucédinien :** *Penicillium*, *Aspergillus*, *etc.*; **opinions contradictoires de :** TURPIN, BERKELEY, BAIL, HOFFMANN, DE SEYNES, PASTEUR, TRÉCUL, POUCHET, JOLY et MUSSET, HALLIER, COLIN, MITSCHERLISCH, BRÉFELD, ETC. **De l'état mycrozymique :** CAGNIARD-LATOUR, TURPIN, TRÉCUL, HARZ, ETC.

En résumé, en faisant abstraction du passage à l'état de levure lactique, qui n'a encore été qu'entrevu et sur lequel peuvent encore planer des doutes, la doctrine du polymorphisme admet quatre phases bien déterminées et qui sont : la phase microzymique, la phase toruleuse, la phase mycodermique, la phase mucédinienne. Ajoutons que, dès lors, on est amené à ajouter à celles-là les phases supérieures, car il a été prouvé qu'un certain nombre de ces mucédinées, les *Penicillium*, les *Mucor* et les *Aspergillus*, n'étaient que

des stades inférieurs de Champignons plus complets. Quoi qu'il en soit, chacun des quatre états qui nous intéressent ici peut se multiplier soit par scissiparité, en donnant des cellules semblables, soit par sporulation, soit en se régénérant en granulations microzymiques. Chacun de ces modes de reproduction peut, suivant les conditions de milieux, fournir tantôt des états supérieurs, tantôt des états rétrogrades, et cela sans que le passage par les stades intermédiaires soit forcé, c'est-à-dire sans qu'il y ait succession directe et nécessairement ascendante. Ces complications expliquent comment l'entente a pu être aussi difficile entre les différents observateurs. Nous ajouterons que le nombre considérable et pourtant très incomplètement connu des espèces observées à l'état de *Torula* explique celui des Mucédinées qui ont été trouvées. Dans les levures, même les plus pures, on rencontre plusieurs espèces de *Saccharomyces*, sans compter beaucoup d'autres organismes encore (voy. p. 180), qui peuvent concourir à la fermentation alcoolique, mais qui, lorsqu'on les cultive dans le but de vérifier leur polymorphisme, donnent en même temps des *microzymas* et des *mycodermes* divers, mais se ressemblant tous et ne se dessinant et n'accusant leur vraie nature que lorsqu'ils prennent la forme mucédinéenne, venant alors jeter la perplexité dans l'esprit de celui qui expérimente. Ces considérations permettent de ne pas rejeter ces formes, ce qui serait logique si l'on était certain de n'avoir qu'une seule espèce bien nettement définie de *Saccharomyces*.

Il semble même qu'il résulte des recherches qui ont été faites sur le polymorphisme des levures qu'on pourrait admettre déjà plusieurs corrélations entre les différents termes que nous avons eu à discuter.

État microzymique.	État toruleux.	État mycodermique.	État mucédinien.
Microzyma cerevisiæ.	*Saccharomyces cerevisiæ.*	*Mycoderma cerevisiæ.*	*Penicillium cerevisiæ.*
?	*S. vini.*	*M. vini.*	*Botrytis cinerea.*
?	*S. Pastorianus.*	*M. (Dematium) pullulans.*	*Mucor racemosus.*
?	?	*M. (Chartara) Oïdium lactis.*	?
?	*S. albicans.*	*M. Oïdium albicans.*	?
?	*Carpozyma apiculatum.*	?	*Aspergillus glaucus.*

B. — Hétérogénie.

Prenez : miel, 150 grammes; eau à 50°, 1500 grammes; crème de tartre, 30 grammes; malt, 500 grammes. Remuez bien le tout et

abandonnez-le pendant deux ou trois heures ou jusqu'à ce que la température soit descendue à 20°; alors couvrez jusqu'à ce que la fermentation survienne. Telle est la méthode qu'on emploie pour fabriquer de toutes pièces la *levûre de bière artificielle* [1].

Si l'on abandonne au contact de l'air des solutions simplement composées de sucre candi, de phosphate d'ammoniaque et d'eau distillée, elles ne tarderont pas à devenir le siège de phénomènes organiques fort intéressants. Elles peuvent, suivant les circonstances, produire d'abondantes végétations mycodermiques,ou engendrer la fermentation alcoolique.... « Pendant la fermentation spontanée, il se développe un ferment dont l'organisation offre les plus grandes analogies avec la levure de bière; mais il s'en distingue par des propriétés bien dignes de fixer l'attention des chimistes et des physiologistes [2]. »

D'où viennent ces ferments? Cette question, nous avons pu nous la faire pour tous les cas où nous n'avons pas vu intervenir l'ensemencement direct? La panspermie répond : de Saccharomyces répandus dans l'air. Si nous observons qu'on ne les peut rencontrer à l'état de suspension, on nous répond qu'ils sont disposés en provision sur les substances destinés à fermenter, et, si nous observons que nous ne pouvons les reconnaître dans ces poussières, le polymorphisme nous explique comment ils peuvent sortir de germes qui, au premier abord, semblent n'avoir rien de commun avec eux, mais qui, en généralité, leur sont alliés par des liens d'une étroite parenté. Ces affirmations ne satisfont pas tous les savants, et il en est un assez grand nombre qui cherchent une autre origine à ces ferments apparaissant ainsi spontanément et présentant la singularité de sembler choisir leurs milieux.

D'après M. Pasteur [3], à des liquides de composition déterminée correspondent des fermentations déterminées : et, ajoute M. Hansen [4], « si placés dans les mêmes conditions, dans la même atmosphère, ils ne fermentent pas de la même manière, et s'ils contiennent des organismes différents, on peut être sûr qu'ils ont une composition chimique différente. Chaque organisme miscroscopique a un liquide

1. Dorvault, *Officine*, 1872, 8e édition, Miscellanées, page 1246.
2. Jodin, *Étude sur la fermentation alcoolique dextrogyre*, in *Comptes rend. Acad. sc.*, 1861, LIII, 1252.
3. L. Pasteur, *Compt. rend. Acad. sc.*, 1880, XC, 242.
4. Hansen, *Rech. sur les organismes qui peuvent se développer dans le moût de Bière.* Trav. du labor. de Carlsberg, 1879. Anal. in *Rev. sc.*, 2e série, 9e année, page 855.

nourricier de prédilection, une température de prédilection, des conditions d'agitation, d'aération telles que si on les change c'est un autre organisme qui se développera et étouffera le premier. Il y a, entre les êtres infimes microscopiques, une lutte pour la vie, un combat pour l'existence, comme, dans les profondeurs de la mer, entre les grands poissons et les mollusques, comme, dans les forêts vierges du nouveau monde, entre les arbres de différentes espèces, etc. » Pour peu qu'on change le milieu où se débattent les *Saccharomyces*, les *Mycoderma*, les *Bacillus*, les *Bacterium*, les *Mucor*, les *Penicillium*, c'est l'un ou l'autre de ces êtres qui se développera, triomphera, pullulera, empêchant les autres de vivre. »

Cette influence du sol fermentescible et des conditions extérieures n'indiquerait-elle pas que c'est de ce côté qu'il faut chercher la raison de leur apparition, bien plutôt que dans les ensemencements opérés par l'air. M. Fremy résume cette opinion dans les termes suivants :

« M. Pasteur donne, selon moi, une importance exagérée à l'influence des poussières atmosphériques dans la destruction des organismes ; il la croit nécessaire et constante ; je la considère comme accidentelle et accessoire. M. Pasteur croit qu'une fermentation ne peut se produire que quand l'air est venu apporter aux milieux fermentescibles les germes qu'il tient en suspension. Pour moi, les poussières de l'air n'interviennent pas dans la génération des ferments ; les milieux organiques sont doués d'une force végétative qui leur permet, au contact de l'air et par l'action de l'oxygène, de créer des ferments sans l'intervention des germes atmosphériques : cette production des ferments par les organismes vivants peut même dans certains cas se faire à l'abri de l'air. »

C'est sous l'influence de ces préoccupations qu'ont été proposées les hypothèses que nous avons actuellement à examiner. Elles ont toutes pour caractère commun de n'admettre pour la production des ferments aucune nécessité de filiation entre les organismes formés et les substances productrices, et toutes reconnaissent qu'ils peuvent naître d'éléments qui leur étaient jusqu'alors demeurés étrangers, qui, pour les former, s'organisent directement sous l'influence des milieux. Les hétérogénistes reconnaissent qu'une fois formés ces microphytes prennent les caractères et les habitudes que nous avons reconnus aux *Saccharomyces* et à leurs alliés. En effet, nous retrouvons parmi ces physiologistes un certain nombre de ceux qui croient à des métamorphoses, et aucun d'eux ne doute que des spores de ferments, ou tout au moins des mucédinées qui leur sont

alliées, ne se rencontrent accidentellement parmi les poussières de l'air.

Toutefois, il y a une distinction à faire parmi les hétérogénistes, car leurs théories varient entre elles suivant la prépondérance qu'ils donnent aux milieux ou à la force vitale : les uns n'acceptent la production nouvelle qu'à la condition que les substances aux dépens desquelles elle se fait vivent, ou tout au moins ont vécu. Les autres ne tiennent, au contraire, aucun compte de la « force vitale ». S'ils la reconnaissent, c'est simplement lorsque l'être a été produit, c'est-à-dire que, pour eux, elle n'est plus la cause de l'organisation, mais bien seulement la résultante. Cette différence fondamentale sépare nettement l'hémiorganisme du spontéparisme ou genèse spontanée.

a. — Hémiorganisme.

Les partisans de cette doctrine admettent « que les cellules vivantes et certains liquides qu'elles contiennent possèdent une force d'organisation qui leur permet d'engendrer des ferments. La vitalité des cellules dans lesquelles les ferments se produisent n'a pas besoin d'être démontrée, elle est admise par tout le monde. Mais il n'en est pas de même des liquides dans lesquels l'inspection microscopique ne permet pas souvent de distinguer des formes organiques bien nettes[1]. » Nous étudierons successivement deux théories : 1° celle de la *mutabilité des germes*, 2° celle de l'*hémiorganisme proprement dit*. Elles ne diffèrent que parce que, dans la première, on admet que la production des ferments exige la présence, autour de la matière vivante productrice, de la membrane cellulosique de l'organisme producteur. Dans la seconde, la production peut se faire hors de la présence de cet appareil protecteur.

1° Théorie de la mutabilité des germes ou intra-genèse. Observations et conclusions de J. Duval.

2° Théorie de l'hémiorganisme proprement dit ou zymogenèse. Observations de Cagniard-Latour, Mitscherlich, Turpin, Karsten, Hartig. Expériences de Frémy.

Débats contradictoires : Pasteur, Frémy, Trécul. Fermentations alcooliques intra-cellulaires dans leurs rapports avec la théorie de l'hémiorganisme.

1. E. Frémy, *Génération des ferments,* 1875, chap. IX. *Expériences qui établissent la vitalité et la force végétative de certains liquides organiques,* page 93.

Cl. Bernard se prononce aussi pour la formation spontanée du ferment dans les liquides sucrés. « Il opère sur des raisins blancs, de treille, très mûrs et conclut : Le liquide n'étant pas assez ancien, il n'avait pas acquis encore le degré d'altération nécessaire pour donner naissance à l'alcool et à la levure, qui se fait en quelque sorte d'une manière simultanée. Quand le liquide est ancien et conservé à une température trop basse pour que le ferment se *fasse*, alors une élévation de température l'amène plus rapidement : ce qui revient à dire que le degré d'altération nécessaire à ce résultat est plus vite atteint [1]. »

Lorsqu'on voit ainsi en présence l'hémiorganisme et le panspermisme et qu'on assiste aux débats tumultueux de leurs luttes journalières, on reste profondément étonné, surtout lorsqu'on vient à rappeler quelles sont les origines des deux doctrines ennemies. En effet, en nous reportant à 1838, nous trouvons qu'elles tirent toutes les deux leur origine du même mémoire, et que Turpin peut être invoqué, à aussi juste titre, par les deux écoles. L'une s'est emparée de la phrase : « Fermentation comme effet et végétation comme cause sont deux choses inséparables dans la décomposition du sucre; » la seconde a inscrit sur son frontispice cette autre, aussi profondément pensée : « C'est encore ce qui arrive dans l'intérieur des fruits pulpeux et sucrés. » Comment ces deux idées, qui étaient si largement développées par Turpin et qui, loin de jurer de se trouver réunies, dans la large conception du maître, se complétaient et s'éclairaient réciproquement, comment ces deux idées, dissociées, exploitées isolément, développées séparément, sont-elles arrivées à se détruire l'une l'autre si complètement qu'on ne sait plus à laquelle croire? Toute l'explication ne serait-elle pas dans ce jugement, porté par Cl. Bernard, au dire de M. Pasteur lui-même : « Les expériences de M. Pasteur sont exactes, mais il n'a vu qu'un côté de la question, » et dans cette riposte : « Tant que nous sommes, nous ne voyons jamais qu'un côté des choses? »

b. — Spontéparisme ou protorganie [2].

Il s'agit ici de la genèse spontanée telle que l'entendait Burdach; nous insisterons plus longuement plus tard sur cette question qui ne doit nous occuper ici qu'en ce qui regarde la génération des

1. Cl. Bernard, *Dernières expériences*, in *Rev. sc.*, 2e série, 8e année, page 51.
2. Germain de Saint-Pierre.

Saccharomyces. Jusqu'ici, nous avons vu attribuer leur naissance à des *Saccharomyces* leurs ancêtres, à des mycodermes leurs consanguins, à de la matière organique vivante ou matière hémiorganisée; maintenant, nous allons les voir procéder de matières qui ont perdu cette étincelle qu'on appelle « force vitale » et qui peuvent être tout simplement de la matière inorganique. Ceux qui admettent cette génération acceptent-ils que la vie peut sortir de la mort et qu'un corps fermentescible peut communiquer une *force* qu'il ne possède pas? Non pas; mais ils comprennent la *force vitale* d'une autre façon que les vitalistes.

L'hémiorganisme, qui, nous l'avons vu, n'accepte pas de génération en dehors d'une matière génératrice douée de la propriété vitale, a une façon de concevoir cette matière qui lui permet de se rapprocher bien près du spontéparisme. « Les liquides qui sortent de l'organisme sont *toujours* vivants; ils possèdent toujours une force végétative suffisante pour créer les organismes. » Ce que les hémiorganistes disent des liquides, il l'admettent pour les solides, puisque nous les avons vu reconnaître ces propriétés aux molécules organiques qui sont charriées par les airs. L'ampleur de cette interprétation nous fournit un passage naturel et facile de l'hémiorganisme au spontéparisme; il serait, en effet, aussi difficile de dire où finit l'un et où commence l'autre que de séparer ce qui a appartenu à un organisme vivant de ce qui n'y a jamais appartenu. Est-il un atome sur notre globe qui n'ait été mêlé à une vie quelconque, animale ou végétale. Mais ce sont là des subtilités, et l'on nous comprend lorsque nous parlons d'éléments appartenant à des organismes ayant vécu ou provenant de composés inorganiques.

Génération spontanée des Schizomycètes et, en particulier, des levures, d'après Pouchet. Observations de Trécul; objections de Pasteur.

Or, Jodin a vu naître des ferments alcooliques dans une solution composée de sucre candi, de phosphate d'ammoniaque et d'éau distillée, et M. Trécul a vu de même « des cellules de même forme et de même nature que celles de la levure, mais de contenu différent, naître spontanément dans une solution de sucre pure et simple ou additionnée d'un peu de tartrate d'ammoniaque. » M. Berthelot a produit de l'alcool avec du sucre de canne, de la gélatine et du bicarbonate de potasse, et aussi avec du carbonate de

chaux et une matière animale. M. Béchamp regarde comme des Microzymas le dépôt de granulations qui, dans le premier cas, s'est produit au fond du vase, et il attribue, dans le second, la production de la fermentation aux *Microzyma cretæ*, qui ne seraient pour lui que des ferments. Ces ferments sont encore vivants; la craie de Sens présente des Microzymas très mobiles, en sorte qu'on se voit obligé de croire que ces microphytes sont enfermés depuis l'époque crétacée dans la craie en conservant depuis des milliers de siècles, ce que M. Pasteur appelle la *vie latente;* ou bien il faut admettre qu'ils se sont formés par genèse spontanée, se confectionnant, se précipitant pour ainsi dire à l'état vivant d'une sorte de matières glaireuses primaires inorganiques qui rentrent dans ce que nous avons appelé les pseudorganisés [1].

1. A. Béchamp, *Nature des produits de la fermentation de la glycérine* (*Comp. rend. Acad. des sc.*, 1869, LXIX, page 669).

CHAPITRE II

SCHIZOPHYCÈTES

Lorsqu'on abandonne au contact de l'air une infusion de matières organiques, elle ne tarde pas à être peuplée d'une masse grouillante d'*infiniment petits*, qu'en raison des conditions de leur naissance, on a nommé des *Infusoires*. Quelques heures suffisent, surtout pendant l'été ou à une température de 15 à 25°, pour qu'à l'œil nu, on puisse juger de leur présence. Le liquide se couvre d'une pellicule fine, nacrée, à reflets irisés. Quelques heures plus tard, le liquide se trouble au-dessous de la pellicule, puis prend des teintes variables suivant la nature des matières employées. La teinte est parfois uniformément répandue dans toute la masse; tantôt, elle est plus prononcée en certains points et forme des nuages qui flottent plus ou moins près de la surface. Lorsque l'on touche à la pellicule, on s'aperçoit qu'elle est assez résistante; si on la soulève d'un bout, on voit qu'elle se tient tout d'une pièce; lorsqu'on a attendu assez longtemps, la traction d'une extrémité amène son *froncement*, son plissement et, si l'on tire plus fort, produit une déchirure irrégulière, se prolongeant parfois loin du point touché. On a assisté à la création d'une membrane organisée, mince (pellicule), ou plus épaisse (mycoderme). Pénétrons dans le

liquide, et avec une aiguille amenons à nous un de ces nuages flottants; nous voyons qu'ils se déplacent en masse; ils semblent plus épais au centre qu'à la circonférence et sont formés d'une sorte de glaire de couleur variable envoyant à son pourtour des prolongements qui se soudent peu à peu dans le liquide. Ce sont des *zooglæa*. Examinés au microscope, *pellicules*, *mycodermes*, *zooglæa* se montrent tous formés de myriades de petits êtres d'espèces variant à l'infini; dans la pellicule et dans la glaire, ils sont relativement immobiles; mais, dès qu'ils sont en liberté dans le liquide, ils vont, viennent, courent, rampent, roulent, se retournent comme un doigt de gant, se culbutent, se pourchassent, s'évitent, se saisissent, s'entre-dévorent. Ce sont les Infusoires; les uns ont des cils, les autres des panaches; quelques-uns n'ont rien, sont nus; certains semblent avoir des évents, comme les baleines et les cachalots; beaucoup produisent en effet une aspiration à l'aide de laquelle ils introduisent dans leur estomac ceux de leurs voisins qui leur plaisent le mieux; il en est qui ont des habitations résistantes; d'autres sont armés; ceux-ci sont mous et glaireux, ces autres sont allongés et se tordent comme des serpents; d'autres, enfin, sont contournés en hélice comme un tirebouchon ou bien pliés en zigzag comme des bâtons rompus. Presque tous sont libres, mais il en est qui sont attachés par un pédicule au bout duquel ils se balancent; plusieurs peuvent être réunis, associés ensemble, comme cela se voit chez certains polypiers. Les *zooglæa* ne sont qu'une forme de ces associations dans lesquelles les membres sont sévèrement maintenus; il est une autre forme d'association dans laquelle les individus sont libres et vivent par troupes, peut-être pour pouvoir se protéger : ce sont les *essaims*.

Lorsque, par une étude un peu attentive, on se sera familiarisé avec les formes et les allures de ces Infusoires, on reconnaîtra bien vite que les infusions ne sont pas les seuls milieux où ils se rencontrent : ils apparaissent, en effet, partout où s'est opérée quelque décomposition organique. C'est ainsi qu'ils se montrent dans les vins, les bières (fig. 61), les

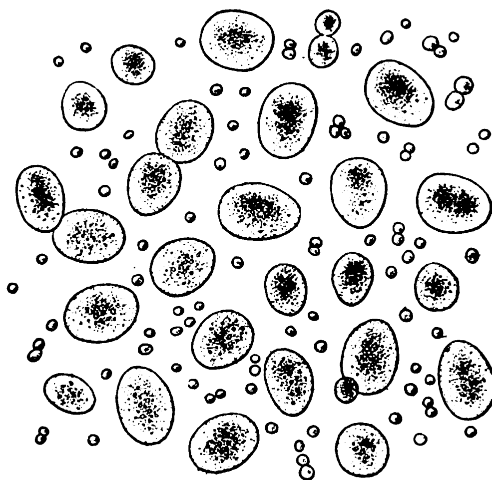


Fig. 61. — *Saccharomyces cerevisiæ* avec *Micrococcus*.

cidres, le pain, là où se passent des fermentations anormales, et paraissent concomitantes de leurs maladies. L'eau croupie, les eaux stagnantes, celles des mares, des fossés, des fosses à fumier en contiennent d'incalculables quantités; aucune eau, au reste, n'en est exempte, et nous verrons que les panspermistes en ont trouvé jusque dans l'eau distillée. Les liquides végétaux et les humeurs des animaux en seraient pénétrés, soit normalement soit anormalement, et nous verrons que ce sont eux qui sont regardés par certains savants comme la cause de nos plus terribles maladies. Ce sont eux, enfin, qui s'emparent de tous les organismes chez lesquels la mort est survenue : les cadavres sont leur proie,

ils y pullulent. On peut donc dire que la mort est leur vie, car les éléments dont l'harmonie a été brisée ont été remplacés par ceux-là. Leur fonction est de ramener les corps complexes à leurs éléments constitutifs et de rendre la liberté aux molécules de carbone, d'azote, d'oxygène, d'hydrogène, qui, dès lors, peuvent prétendre à de nouvelles alliances.

Tels sont les Infusoires, extrêmement nombreux, de formes très variables; ils constituent tout un monde, « le monde des *infiniment petits* ». Celui qui aura une seule fois examiné au microscope, à un faible grossissement de 150 à 200 diamètres, une goutte d'eau stagnante, comprendra que des savants aient pu passer leur vie à essayer de se reconnaître au milieu de ces êtres si divers, de classer, de surprendre les secrets de leurs relations, de leurs amours et de leur filiation. Mais que sont ces êtres? à quel Règne appartiennent-ils? sont-ce des plantules ou des animalcules? les nommera-t-on microphytes ou microzoaires? Les plus sages, peut-être, sont ceux qui s'en tiennent à la dénomination vague de *microbes* ou de *microscopiques;* car il est fort difficile de se prononcer sur la question. Tous ces êtres ont tant de caractères communs qu'on est bien embarrassé pour les séparer, quoique cependant on sente que les uns tendent vers l'animalité et les autres vers la végétalité.

LEEUWENHOECK, O. F. MULLER, BORY SAINT-VINCENT, EHRENBERG, DUJARDIN, DAVAINE, RABENHORST, COHN.

En opérant la répartition des INFUSOIRES, on a concédé au Règne végétal les genres qui appartiennent aux genres suivants : 1° *Vibrio* MULL., 2° *Bacterium* EHR. 3° *Spirochæte*, EHR. 4° *Spirillum* EHR. 5° *Bacillus* COHN, 6° *Micrococcus* HALL., 7° *Amylobacter* TRÉCUL, 8° *Clathrocystes* HENF., 9° *Sarcina* GOODS., 10° *Ascococcus* BILLR.,

11° *Leptothrix* Kutz., 12° *Beggiatoa* Trev., 13° *Crenothrix* Cohn, 14° *Streptococcus* Billr., 15° *Myconostoc* Cohn, 16° *Ophidomonas* Ehr., 17° *Spiromonas* Warm., 18° *Rhabdomonas* Cohn, 19° *Leuconostoc* Van-Tiegh., 20° *Cladothrix* Cohn, 21° *Streptothrix* Cohn. Nous devrons, chemin faisant, ajouter à ces noms une certaine quantité d'autres, tels que ceux de *Crypta, Zymostosis*, *Biolysis*, etc., imposés par M. Salisbury et qui ne sont sans doute que des synonymes; de plus, nous verrons se réduire le nombre des premiers; mais ces additions et ces réductions ne pourront être faites que plus tard, quand nous les connaîtrons mieux. Pour l'instant, nous devons les prendre tels qu'ils se présentent; aussi, sans nous inquiéter si ce sont des espèces autonomes ou bien des formes distinctes, nous les réunissons sous la dénomination de Schizophycètes.

Mais sont-ce bien des Algues, comme le mot *Schizophycètes* (σχίζειν, diviser ; φῦκος, Algue) prétend l'indiquer? ne sont-ce pas, plutôt, des Champignons? Le désaccord recommence.

M. Robin dit : « Tous les corpuscules décrits sous les noms de *Bacterium*, *Zooglæa*, *Micrococcus* et sous bien d'autres encore, sont des cellules végétales, des spores de Champignons de plusieurs espèces distinctes certainement, spores ou corps producteurs de premier ordre, dérivant soit les uns des autres par gemmation ou scissiparité, soit du mycélium, corps reproducteurs, en un mot, de l'ordre de ceux que M. Tulasne a rangés sous le nom de conidies, etc. »; MM. Nægeli et Bréfeld partagent cette opinion. Il est vrai que l'absence de chlorophylle chez la plupart de ces êtres, en fait des consommateurs bien plutôt que des producteurs et qu'à ce point de vue, ils méritent bien une place à côté des Champignons; mais il ne faudrait pas atta-

cher à ce caractère une importance par trop prépondérante, car on serait alors amené à les rejeter parmi les animaux et à y mettre, en même temps, tous les Champignons, pour la raison qu'eux aussi sont des consommateurs.

MM. Davaine, Rabenhorst et surtout M. Cohn placent les Bactériens dans les Algues, où, suivant eux, ils forment le groupe le plus dégradé. En effet, on sent que ces êtres, physiologiquement alliés aux Champignons, sont entraînés morphologiquement vers les Algues. Les phases de végétations,



Fig. 62. — *Leptothrix buccalis*, Ch. Rob., d'après M. Ch. Robin.

certaines modalités de formes peuvent bien rappeler les Schizomycètes, les *Micrococcus* (fig. 59), les *Zooglæa* (fig. 63),

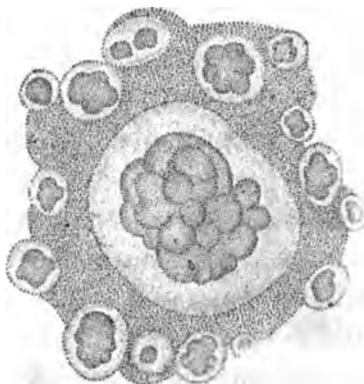


Fig. 63. — *Ascococcus Billrothii*, Cohn, d'après M. Cohn. Familles réunies en zooglæa.

les *Microzymas,* les *Leptothrix* (fig. 62), les *Leptomitus,* ressemblent tellement à ce que nous avons déjà vu chez

eux, et parfois, même, il y a telle identité, qu'on reste fort hésitant; mais, malgré cela, et quelles que soient les erreurs qui puissent se commettre dans l'exacte délimitation des genres et des espèces, il n'en reste pas moins vrai qu'on se sent entraîné vers les Algues et non vers les Champignons. On a, presque à chaque instant, affaire à des types qui, suivant les circonstances, restent incolores, se colorent en rouge, ou tirent sur le vert; et, si l'on voulait se montrer exigeant, la moitié des espèces d'un genre, voire même la moitié des individus d'une même espèce, pour ne pas dire la moitié d'un même individu, serait Champignon parce qu'elle serait incolore, tandis que l'autre moitié serait Algue parce qu'elle serait colorée. Ainsi faudrait-il séparer les *Merismopedia* (fig. 70), les *Clathrocystis* (fig. 92), etc. M. Cohn est à ce point persuadé que ces séparations sont tout au moins inutiles qu'il a fondu en un seul groupe les Bactériens et les plus inférieures des Algues colorées. C'est à ce groupe qu'il a donné le nom de *Schizophytes*.

M. Sachs avait, dès 1874, indiqué une autre solution : sentant, d'une part, qu'il y avait des liens naturels entre les *Saccharomyces* et les Bactériens, reconnaissant, d'autre part, qu'il n'y avait pas moyen de séparer les Bactériens des Algues, il avait inventé une classification fort ingénieuse, dans laquelle tous les groupes des Champignons se plaçaient parallèlement avec ceux des Algues; cela lui permettait de garder les Schizomycètes comme groupe de Thallophytes sans chlorophylle, inférieur à celui des Saccharomycètes.

Si l'on veut se reporter au schéma que nous avons donné page 67, l'on comprendra la raison de ces dissentiments qui ne sont pas aussi grands qu'ils le paraissent. Si l'on examine la place respective des Schizomycètes et des Schi-

zophycètes, on voit qu'ils se séparent; si on les considère dans le sens radial de la figure, les uns répondent aux Champignons, les autres aux Algues; mais on voit qu'ils sont, en même temps, sur la même parallèle, en sorte qu'ils se touchent et se confondent, comme nous l'avons indiqué dans le tableau page 95. Or MM. Robin, Nægeli, Bréfeld voient les rapports de voisinage latéral, et ils ont raison; MM. Davaine, Rabenhorst et Cohn les considèrent suivant le sens radial, et ils ont raison aussi.

Dans notre conception, le mot Schizomycète ne peut pas couvrir les Bactériens et les levures; d'autre part, le mot Schizophyte de M. Cohn, s'appliquant à un groupe plus large que celui auquel nous nous limitons, nous avons choisi le mot Schizophycète pour éviter toute erreur d'interprétation.

En 1872, M. Cohn avait classé les Bactéries, d'après la forme des cellules et leur mode d'association, en :

Bactéries à cellules :	libres, globuleuses.	SPHÉROBACTÉRIES.	*Micrococcus.*
	libres en bâtonnets.	MICROBACTÉRIES.	*Bacterium.*
	réunies en filaments droits.	DESMOBACTÉRIES.	*Bacillus.*
	réunies en filaments en hélice.	SPIROBACTÉRIES.	*Spirillum, Vibrio, Spirochœte.*

Nous étudierons les Schizophycètes : 1° dans leurs formes, 2° dans leurs fonctions.

Art. 1er. — Description des Schizophycètes.

Si nous traitions la question au point de vue systématique, nous suivrions la classification que nous venons de donner, et nous verrions, successivement, les espèces qui rentrent dans chacun des genres que nous venons de reconnaître; mais, placés au point de vue des applications

pratiques, nous adopterons la marche que nous avons suivie pour les Schizomycètes et nous étudierons : 1° les chromogènes, 2° les zymogènes, 3° les pathogènes.

1re Section. — Schizophycètes chromogènes.

La plupart des Schizophycètes sont incolores; il n'y a pas longtemps encore que ce caractère était donné comme absolu, tout au moins pour ceux qui faisaient partie de l'ancien groupe des Bactériens. Une étude plus approfondie a démontré qu'on avait tort de penser ainsi et qu'il était facile de prouver que ce caractère était loin d'être exclusif. Un grand nombre de ces microphytes, et des plus remarquables, peut-être, se colorent sous l'influence de circonstances spéciales; mais comme ces circonstances sont restées, jusqu'à ce jour, indéterminées, les naturalistes n'ont rien trouvé de mieux que de les donner comme des espèces différentes. Il semble pourtant qu'il y ait là quelque chose de plus intéressant à rechercher; on dirait, en effet, que la nature, avant de s'arrêter à la coloration chlorophyllienne, a essayé de différentes teintes rouges, bleues, jaunes, violettes, et nous retrouvons la continuation de ces essais jusque dans le groupe des Floridées.

Une grande partie des genres ont des représentants pourvus d'une coloration plus ou moins éclatante, et, lorsqu'ils sont réunis en grandes masses, ils produisent des effets souvent remarquables.

Nous signalerons tout d'abord le *Micrococcus prodigiosus* Cohn (fig. 64), qui est rouge carmin et qui partage avec le *Cryptococcus glutinis* (voy. page 164) le privilège de colorer en rouge la colle de pâte, l'empois, le pain, les matières amylacées cuites et placées dans une atmosphère humide. C'est lui qui produit sous sa forme la plus saisissante le phénomène si remarquable du pain sanglant sur lequel Ehrenberg a appelé l'attention; par suite de la décomposition profonde qu'il détermine, le pain se trouve en partie réduit en une gelée liquide, rutilante, qui tombe en gouttelettes rappelant plus ou moins des gouttes de sang. Il a été particulièrement étudié par M. Wernich. On prétend que c'est la même espèce qui produit le *lait rouge*, qu'on attribuait autrefois à une affection des glandes mammaires [1]. MM. Schrœter et Cohn ont

1. Nos expériences personnelles et les cultures que nous avons tentées ne nous permettent pas de croire que ce soit la même espèce qui se rencontre dans les deux cas. Le *M. prodigiosus* n'a pas voulu se développer dans le lait bouilli ou non bouilli.

observé, sur les pommes de terre cuites, un schizophycète jaune (*M. luteus* COHN), un autre jaune d'or (*M. aurantiacus* COHN), un jaune-verdâtre (*M. chlorinus* COHN), un bleu (*M. cyaneus* COHN) et un violet (*M. violaceus* COHN), déjà vus avant eux par le Dr Schneider, et auxquels il faut ajouter le *M. candidus* COHN, qui est blanc de neige et le *M. fulvus*, observé par Eidam et Kirchner sur du crottin de cheval. Les *M. aurantiacus* et *M. chlorinus* ont été aussi rencontrés par MM. Schrœter et Cohn sur du blanc d'œuf durci. La plupart du temps, ces productions se montrent sous forme de *Zooglæa*, c'est-à-dire qu'on les trouve englobées au milieu d'une gangue glaireuse ou gélatineuse qui prend la forme de gouttes ou de plaques plus ou moins largement étalées.

Nous devons rapprocher de ces *Micrococcus* des organismes singuliers qui ont été trouvés par M. Eberth dans la sueur, à laquelle ils communiquent des colorations variées, produisant ce que l'on

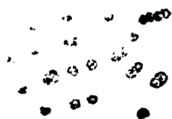


Fig. 64. — *Micrococcus prodigiosus* COHN, d'après M. Cohn.

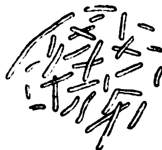


Fig. 65. — *Bacillus ruber* COHN.

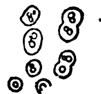


Fig. 66. — *Monas vinosa* COHN, d'après M. Cohn.

nomme les *sueurs bleues*, les *sueurs jaunes* et les *sueurs rouges*. Il faut en rapprocher aussi ceux qui, d'après Chalvet et M. Gessard, donnent au pus la teinte bleue qu'il présente parfois.

Enfin il y a lieu de rattacher à ces *Micrococcus* celui que M. Prillieux a indiqué dans les grains de blé colorés en rose.

Dans beaucoup de cas, les *Micrococcus* sont associés aux *Bacterium* et parfois remplacés par eux. Dans le lait de vache altéré, on trouve, au dire de M. Schrœter, un Bactérien qui lui communique une couleur jaune (*Bacterium xanthinum* SCHR.) et un autre qui lui donne une couleur bleue (*B. syncyanum* SCHR.), de même qu'on en trouve un aussi dans le pus bleu (*B. æruginosum* SCHR). Les infusions corrompues de maïs contiennent parfois un *Bacterium* (*B. brunneum* SCHR.) qui lui communique une coloration brune. Citons, aussi, le *Bacillus ruber* observé par MM. Franck et Cohn sur des grains de riz (fig. 65).

Les *Monas* [1] qui se distinguent des *Micrococcus* par leur taille en

1. Dans un travail récent, M. Ollivier a cru pouvoir rejeter à nouveau les *Monas* parmi les animaux (V. *Bull. Soc. bot. de France*, 1881, 22 juil., XXVIII, p. 2 16

général beaucoup plus considérable, prennent, en outre, des formes variées qui les rapprochent non seulement des *Bacterium*, mais encore des autres types de Schizophycètes, et cela par des passages si insensibles qu'il est difficile de les séparer génériquement. C'est ainsi qu'à côté des *Monas vinosa* EHR (fig. 66), *M. Okeni* EHR., *M. Warmingii* COHN, *M. gracilis* WARM., on est obligé de placer le *Rhabdomonas rosea* COHN (fig. 69), l'*Ophidomonas sanguinea* EHR,

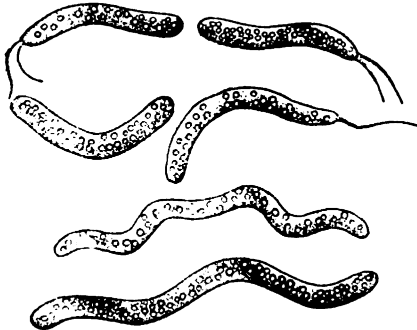


Fig. 67. — *Ophidomonas sanguinea* COHN, d'après M. Warming.

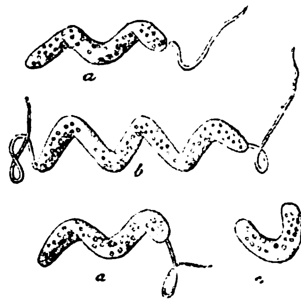


Fig. 68. — *Ophidomonas sanguinea* COHN, d'après M. Cohn.

(fig. 67-68) et le *Spiromonas Cohnii* WARM. Au reste, tous se rencontrent dans les mêmes circonstances, c'est-à-dire dans les infusions de matières végétales, dans les eaux stagnantes, en général, et, en particulier, dans les eaux saumâtres.

« Les Bactéries rouges, écrit M. Warming, apparaissent en été, en masses si énormes que le rivage de la mer se colore parfois d'un rouge intense, sur une superficie de plusieurs pieds carrés; et en Jutland il y a une petite anse que les gens du pays appellent « la mer Rouge ». Mais à la première marée haute, ou s'il survient une tempête, les Algues, troublées, agitées, perdent leur teinte rouge, qui ne se montrera, de nouveau, que le calme revenu et après que les Bactéries, restées, auront eu, pendant les mois d'été, le calme nécessaire à leur multiplication. Alors les masses bourbeuses reprennent une teinte rougeâtre. Si les gros temps de l'automne ont chassé les Bactéries de la surface de la vase, elles ne se reproduisent pas; mais on peut trouver dans la vase, pendant tout l'hiver, des *Zostera* et autres plantes colorées en rouge, et rien n'est si facile que de réveiller les Bactéries de l'engourdissement où les a plongées le froid de l'hiver. — Souvent flottent sur l'eau des masses détachées, cotonneuses, composées, presque uni-

quement, de cellules, globuleuses ou elliptiques, réunies en groupe de formes diverses. Ces masses flottantes sont immobiles, ainsi que les cellules isolées qui se trouvent entre elles (*Clathrocystis*); c'est parmi et sur les Algues du fond, pourries et colorées par les Bactéries qui s'y sont posées, que l'on remarque le plus de vie. »

La plupart de ces Bactéries sont des Monades, qui peuvent être sphériques ou un peu ovalaires (*Monas vinosa*) ou cylindriques, en forme de bâtonnets plus ou moins allongés (*Monas Okeni* (fig. 77), *M. Warmingii* (fig. 76), *M. gracilis* et *Rhabdomonas rosea* (fig. 69). Les premières seraient donc des sphérobactéries et les secondes des microbactéries. Nous n'avons pu conserver cette division, car il semble prouvé par M. Warming d'une part, et de l'autre, par M. Ray-Lankester que l'on n'a, là, que des formes d'une même espèce, que M. Warming nomme *Bacterium sulfuratum*. Bien plus, M. Cohn regarde le *Clathrocystis roseopersicina* comme le zooglæa du *Monas vinosa*. Ce *Clathrocystis* ne serait ainsi qu'une colonie de ces *Monas* réunis ensemble par une gangue muqueuse, glaireuse, amorphe. Plus tard, toujours d'après le même savant, il se forme, d'endroits en endroits, des protubérances qui grandissent et se séparent de la colonie-mère en laissant des espaces vides. La colonie-mère se trouve ainsi transformée en une sorte de filet présentant ces mailles plus ou moins larges qui lui ont valu son nom (*clathrus*, grillage; κύστις, vessie). M. Ray-Lankester, qui a suivi les phases de ce *Clathrocystis*, est arrivé à trouver qu'il provient d'un *Bacterium*, qu'il nomme *B. erubescens*, ce qui n'est point en contradiction avec ce qu'a écrit M. Cohn, étant admis que tous ces *Monas*, *Bacterium* et *Rhabdomonas* ne sont que des formes du *Bacterium sulfuratum*, dont le *Clathrocystis* (fig. 92) n'est qu'une phase de développement. On a trouvé en même temps deux *Spirillum* (*S. violaceum* et *S. rosaceum*).

Au lieu de plaques formées de cellules ainsi appliquées sans ordre à côté les unes des autres, on peut avoir des lames composées de cellules qui se partagent quatre par quatre, se disposant comme les carrés d'un damier : ce sont les *Merismopedia*. L'une des espèces, découverte, en 1841, par M. Œrsted et nommée par lui *Erythrocomis*, a été retrouvée par M. Warming dans les eaux saumâtres de Copenhague et décrite par lui sous le nom de *Merismopedia litoralis* très voisine du *M. glauca* (fig. 70), qui est une Algue verte et nous rattache aux *Chroococcus* que nous aurons

à étudier plus tard. De son côté, M. Caspary signalait en 1874 un *Merismopedia* colorant en rose les végétaux submergés et le nommait *M. Reitembachii;* il se rapproche beaucoup du *M. violaceum* Kutz. C'est peut-être cette même plante que M. Giard a trouvée dans les étangs de Wavrin, colorant en rouge les eaux de rouissage du lin. On doit encore rapprocher des *Merismopedia* ou des *Sarcina* une Algue que M. Farlow a vue, dans les pêcheries de morue, en Amérique, infester tous les objets qui servent à l'ex-

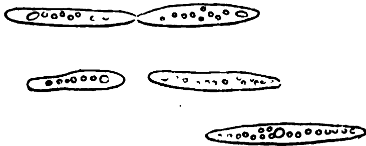


Fig. 69. — *Rhabdomonas rosea*, Cohn, d'après M. Cohn.



Fig. 70. — *Merismopedia glauca*, Warm. d'après M. Warming.

ploitation; cordages, planches, pieux, vêtements, engins de toute sorte, sel, poissons et pêcheurs eux-mêmes sont envahis par ce microphyte, qui teint tout en rouge-sang. Nous ne pouvons encore ici nous empêcher de signaler les rapports intimes qui unissent ces Schizophycètes avec les Algues auxquelles on doit la coloration de la mer Rouge, les *Trichodesmium*, que nous rencontrerons aussi dans les Algues Cryptophycées.

Certaines de ces pluies, dites *pluies de sang*, qui ont, à différentes époques, jeté l'épouvante dans les populations, n'étaient dues qu'à des pluies de Schizophycètes colorés, ce qui s'explique naturellement par l'évaporation des eaux de ces rivages chargés de tous ces microphyte colorés. Entraînés dans les régions supérieures et se trouvant dans une atmosphère humide, ils ont pu, non seulement s'y conserver vivants, mais s'y reproduire. Plus tard, lorsque les nuages qu'ils habitaient, emportés par les vents, sont allés crever au loin, ils sont tombés avec eux et ont rougi le sol. On a signalé, dans un de ces cas, le *Bacterium erubescens*.

2e Section. — Schizophycètes zymogènes.

Les infusions et macérations de matières organiques dans lesquelles se montrent les Schizophycètes sont de nature telle que la putréfaction en est le terme forcé, et si quelques-unes, comme le vin, par exemple, résistent plus longtemps, c'est que ce liquide se

trouve préservé, par l'alcool et le tannin qui entrent dans sa composition, de telle sorte qu'il faut, pour ce cas particulier, qu'une fermentation préliminaire détruise ces corps avant que la putréfaction s'y produise. Les Schizophycètes pourraient donc être, presque tous, désignés sous le nom de ferments de putréfaction.

Ces fermentations sont assez nombreuses, et il est impossible de donner, pour elles, une formule générale, comme nous l'avons fait pour la fermentation alcoolique; chacune a sa formule spéciale, ce qui s'explique par la variété des corps sur lesquels portent les dédoublements. Cependant, en nous plaçant au point de vue même de cette composition, il nous est possible de classer en quatre groupes les fermentations dont nous avons à nous occuper.

Nous les rangeons de la façon suivante : 1° Ferments des hydrates de carbone et de leurs dérivés, 2° ferments de l'ammoniaque, 3° ferments des sulfates alcalins, 4° ferments des matières quaternaires azotées.

§ I. — Ferments des hydrates de carbone et de leurs dérivés.

Cette section sert à nous relier avec les fermentations alcooliques, d'autant que, pour plusieurs physiologistes, elle ne pourrait en être séparée. Un certain nombre de partisans du polymorphisme ne voient, en effet, dans les protorganisés que nous rangeons dans les Schizophycètes, que des formes ou des dérivations des *Saccharomyces*. En attendant que la question soit élucidée, nous présentons les faits tels qu'ils ressortent des études du plus grand nombre.

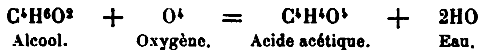
Nous avons à étudier les fermentations : 1° acétique, 2° lactique, 3° butyrique, 4° visqueuse, 5° cellulosique, 6° tartrique, 7° succinique, 8° zymo-glucosique.

a. — Ferments acétiques.

Lorsqu'on laisse exposée à l'air une des boissons fermentées dont nous avons parlé dans le livre précédent, vins, bières, cidres, etc., il se développe, nous le savons, un microphyte qui s'établit à sa surface et se développe rapidement en cellules qui semblent perdre le caractère de *Torula* pour prendre celui de *Mycoderma*, à mesure que le liquide s'appauvrit en alcool; en sorte que l'on passe du *Saccharomyces Mycoderma* au *Mycoderma vini*. Celui-ci vit en brûlant l'alcool et en fixant une portion de ses éléments pour assurer sa

multiplication (35, 378 cellules en quarante-huit heures) en laissant, comme résidu, de l'eau, et, comme témoin de son activité vitale, de l'acide carbonique. Le liquide peut être ainsi épuisé, devenir complètement aqueux et tomber ensuite en putréfaction.

Mais les choses ne se passent pas toujours ainsi ; le *Mycoderma vini* a un antagoniste, le *Mycoderma aceti* qui, lui aussi, pour vivre, réclame de l'alcool, et le brûle en empruntant de l'oxygène à l'air, mais qui, au lieu de laisser comme résidu de l'eau et de l'acide carbonique, fait de l'acide acétique :



$$\underset{\text{Alcool.}}{C^4H^6O^2} + \underset{\text{Oxygène.}}{O^4} = \underset{\text{Acide acétique.}}{C^4H^4O^4} + \underset{\text{Eau.}}{2HO}$$

C'est le même microbe qui produit l'acescence des vins. Un autre Schizophycète plus gros produit une acidité particulière plus âcre.

M. Blondeau a prouvé que le sucre pouvait directement se changer en acide acétique sans passer par l'état d'alcool, et cela aussi sous l'influence d'un *Mycoderma*. « Il nous a été donné de constater que, lorsqu'on met en rapport de l'eau sucrée avec une matière albuminoïde, telle que du caséum, il se développe des Mycodermes, qui trouvent dans la matière azotée les éléments nécessaires à leur développement, tandis qu'ils transforment en acide acétique le sucre contenu dans la liqueur. La transformation qu'éprouve le sucre dans cette circonstance paraît être une condition nécessaire à l'existence des Mycodermes qui ne se développent rapidement que dans une liqueur acide. Si ce changement ne s'était pas produit, la liqueur, devenue alcaline par suite de la putréfaction, aurait provoqué le développement d'infusoires qui se seraient oppos s à la végétation des microphytes. »

Description du *Mycoderma aceti* : mère du vinaigre. De la fabrication du vinaigre. Procédé allemand et procédé français. Interprétation des faits, discussion : Liebig, Pasteur, Blondeau, Meyer, Doebereiner, etc.

Les débats très passionnés qui ont eu lieu en cette occasion entre les partisans de la théorie chimique et les partisans de la théorie vitaliste, ont abouti à une sorte de compromis par suite de concessions réciproques.

b. — **Ferments butyriques.**

Les sucres qui peuvent donner de l'acide lactique peuvent donner de même de l'acide butyrique. Il semble, au reste, que la formation du second ne soit que consécutive à celle du premier. Mais bien d'autres acides organiques peuvent se conduire comme l'acide lactique : tels sont les acides tartrique, malique, mucique, citrique, etc. Les matières amylacées et les matières albuminoïdes sont dans le même cas. C'est ce qui explique la formation de l'acide butyrique dans les liqueurs fermentées et dans les fruits mûrs.

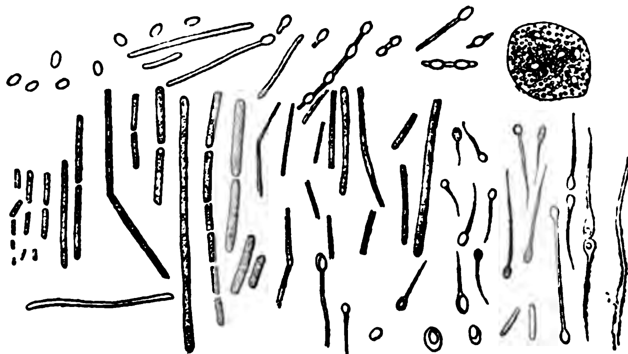


Fig. 71. — *Bacillus subtilis* Cohn, d'après M. Warming.

Fermentation butyrique : Pelouze et Gelis, Pasteur. Description du *Fermentum butyricum* (fig. 73), Vibrion butyrique *Bacillus butyliticus*. Ne serait-ce pas le *Bacillus subtilis?* (fig. 71) ou encore le *B. Amylobacter*. Cfr. Cohn, Prazmowski, Van-Tieghem.

Des *Leptomitus*, *Microhaloa* et *Spherotilus* rencontrés dans les préparations liquides des pharmacies : leurs rapports avec les *Hygrocrocis*.

La fermentation butyrique a été, pour la première fois, signalée et étudiée par MM. Pelouze et Gelis, en 1844. On attribua d'abord cette fermentation à la décomposition des substances azotées qui entraient dans la composition du milieu fermentescible, et on expliqua le dédoublement par la théorie de Liebig ; mais ici, encore, M. Pasteur intervint et démontra, dès 1861, que, dans la fermentation butyrique du lactate de chaux, il y a présence d'un ferment spécial, qu'il nomma *Fermentum butyricum*, et qui devint le *Vibrion butyrique*. « Ce ferment est constitué par de petites baguettes cylindriques arrondies à leurs extrémités, ordinairement droites, isolées ou réunies par chaî-

nes de deux à quatre et plus. La largeur du bâtonnet est de 2 μ, et la longueur des articles isolés varie de 2 μ à 20 μ. Ces organismes s'avancent en glissant. Pendant ce mouvement, le corps reste rigide ou bien éprouve de légères ondulations; ils pirouettent, se balancent et font trembler leurs extrémités : souvent ils sont recourbés. Ces êtres singuliers se reproduisent par fissiparité. » En les cultivant dans une solution de sucre contenant des phosphates, ils se reproduisent en déterminant la fermentation butyrique. La température de 40° est celle qu'ils préfèrent. Non seulement ils n'absorbent pas d'oxygène libre, mais ils meurent dès qu'ils en rencontrent. Ce sont ces êtres singuliers qui sont devenus le point de départ de la théorie de l'anaérobiose.

Au signalement précédent donné par M. Pasteur des *animalcules*

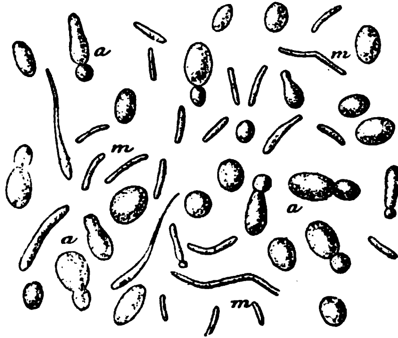


Fig. 72. — *Bacillus* de la bière tournée, d'après M. Pasteur.

(sic) qui vivent dans les fermentations butyriques, M. Cohn, et bien d'autres avec lui, ont cru reconnaître le *Bacillus subtilis;* il n'en serait rien, à ce que prétendent MM. Prazmowski et Van-Tieghem. Ce *Bacillus* doit être innocenté : il paraîtrait que le microphyte de la fermentation butyrique ne serait autre que le *Bacillus Amylobacter*. Peut être est-ce ce microbe qui produit ce qu'on nomme la bière, le vin et le cidre tournés (fig. 72).

Expérience de Béchamp sur la formation de l'acide butyrique sous l'influence de la craie ; du *Microzyma cretæ*.

c. — Fermentation lactique.

En 1780, Schéele retirait du lait aigri un acide nouveau, qui prit, en raison de son origine, le nom d'acide lactique. Le sucre de lait en fermentant avait donné cette substance acide. Depuis, on l'a

trouvé à peu près dans tous les cas où un sucre tend vers la putréfaction : le riz abandonné sous l'eau de fermentation, l'eau de fermentation des pois et des haricots bouillis, le jus de betterave, l'eau sucrée des amidonniers, la choucroute donnent de l'acide lactique.

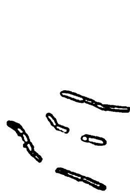


Fig. 73. — *Fermentum butyricum* des chimistes.

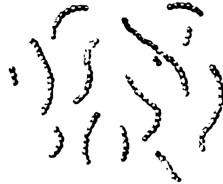


Fig. 73 bis. — *Fermentum lacticum* d'après M. Schützenberger.

Rappelons, au reste, que c'est cette fermentation qui, au dire de MM. Pasteur et Trécul, se montrerait la première dans la fermentation alcoolique, à tel point que M. Trécul a pensé que le ferment du *Saccharomyces* pourrait bien n'être que la transformation du ferment lactique.

La fermentation alcoolique l'emporte bientôt, et le ferment lactique disparaît devant le *Saccharomyces;* mais il arrive parfois qu'après un certain temps la fermentation lactique se développe de nouveau; alors les liqueurs perdent leur saveur, leur vinosité, deviennent plates; on dit qu'elles tournent. Les maladies des vins, des bières et des cidres sont dues bien souvent à la formation de l'acide lactique.



Fig. 74. — *Bacterium Termo* Ehrb., d'après M. Warming.

Toutes les glycoses et toutes les matières susceptibles de se convertir en glycose peuvent donner de l'acide lactique. La facilité de transformation des sucres en acide lactique semble être en raison

inverse de la facilité de leur transformation en alcool. C'est ce qui explique comment le sucre de lait, qui donne difficilement de l'alcool, donne plutôt de l'acide lactique; toutefois l'action est lente, au dire de Luboldt et Proust.

Recherches chimiques de BOUTRON-CHARLARD et FRÉMY, de PELOUZE et GÉLIS; de KERN. — Du ferment lactique : REMAK, BLONDEAU, PASTEUR. — Qu'est le *Fermentum lacticum* **ou Vibrion lactique de PASTEUR?** (fig. 73) *Bacterium catenula* **ou** *B. Termo* (fig. 74) *Oïdium lactis* **ou** *Charlara mycoderma* ???

d. — Fermentation visqueuse ou glaireuse.

Cette fermentation s'établit dans les jus sucrés, ainsi dans le jus de betterave, dans ceux de carotte, d'oignons; c'est elle qui se montre chaque jour dans les officines, détruisant les juleps et les potions. Les liquides tournent au gras, deviennent glaireux, visqueux, épais, et, lorsqu'on les verse d'un vase dans un autre, ils filent comme de l'huile ou du sirop. Desfosses a donné un moyen facile de la provoquer à volonté : il suffit de faire bouillir la levure de bière avec de l'eau et d'ajouter cette décoction aux solutions sucrées abandonnées à 30°. Nous avons déjà vu les vins présenter quelque chose d'analogue dans les maladies nommées la *graisse* ou l'*amer*, qui semblent être dues au développement de *mycelium* de Schizomycètes. Peut-être faudrait-il regarder comme analogues tous les microbes décrits dans la fermentation visqueuse ; ce n'est pas l'avis de la plupart des auteurs; aussi est-ce sur leur responsabilité que nous les maintenons ici.

Fermentation visqueuse. PÉLIGOT, PASTEUR. **Des ferments gommique et gommo-mannitique ; sont-ce des** *Micrococcus* **ou des** *Bacillus* ? — **De la viscose :** BÉCHAMP.

Fermentation du sucre de canne, gomme des sucreries. Observation de TEXEIRA-MENDÈS, JUBERT, DURIN, CIENKOWSKI, VAN-TIEGHEM. **Du** *Leuconostoc mesenteroïdes* VAN-TIEGH.

e. — Fermentation cellulosique.

Jusqu'ici, nous avons vu les ferments s'attaquer aux substances qui se dissolvent facilement dans l'eau; ici, nous les voyons porter leur action sur une matière organisée insoluble, la cellulose; le

problème est donc plus complexe puisqu'ils doivent, avant de déterminer la fermentation, rendre la cellulose apte à fermenter. Toutes les celluloses ne sont cependant pas attaquables, et, parmi celles qui le sont, il y a des degrés. Toute membrane cellulosique incrustée, cutifiée, subérifiée, lignifiée ou minéralisée : le liber, les vaisseaux laticifères, la moelle des tiges d'un certain âge, les celluloses des plantes aquatiques, résistent, tandis que les cellules des parenchymes mous, jeunes : celles des tubercules, des rhizomes, des bulbes, etc., se laissent facilement atteindre.

Mitscherlich [1] est le premier qui annonça que la cellulose pouvait fermenter. Il avait vu que des tranches de pommes de terre coupées et abandonnées à la macération dans l'eau se fondent, pour ainsi dire, et que l'eau devient de plus en plus apte à opérer la dissolution de nouveaux tissus qu'on y plonge. L'eau se remplit de vibrions, et l'auteur les accuse de reproduire le phénomène.

Quinze années plus tard, M. Trécul présentait à l'Académie des Sciences de Paris un mémoire dans lequel il démontrait que, pendant la putréfaction des tissus végétaux, il apparaissait dans les cellules des petites plantules amylifères, et il les nommait *Amylobacter*. Ces plantules, pour lui, ressemblent à des Bactéries, et il en admet trois formes, *Urocephalum*, *Amylobacter* et *Clostridium*. Il les croit formées spontanément par transformation des matières contenues soit dans les cellules, soit dans les laticifères. Nous réservons la question de générations pontanée pour la discuter plus tard; pour l'instant, nous ne nous occupons que de la biologie des plantules. M. Nylander a revu les *Amylobacter* de M. Trécul; pour lui, ce ne sont rien autre chose que des Bactéries et les trois genres n'en doivent faire qu'un. Il a vu les individus se diviser par scissiparité.

Travaux de Van-Tieghem. — L'*Amylobacter* devient un *Bacillus;* son mode d'action. — Prazmowski annonce que le *B. amylobacter* détermine la fermentation butyrique. Le *B. amylobacter* est-il le vrai *B. subtilis?* Opinions contradictoires de Prazmowski et Van-Tieghem.

La fermentation cellulosique, quels que soient les agents qui l'opèrent, est utilisée dans l'industrie pour la fabrication de l'amidon, le rouissage des chanvres, des lins et de tous les textiles; c'est elle qui, dans la nature, se charge de la destruction de la cellulose

1. Mitscherlich, *Monatsberichte der Berliner Akademie*, 1850.

par la voie humide, et elle a eu la même fonction dans toutes les périodes géologiques, ne laissant que les tissus qui lui ont résisté et qui forment nos plantes fossiles. C'est là ce qui explique comment on a pu reconnaître des traces de son existence sur ces débris trouvés dans les anciens terrains, et comment M. Van-Tieghem a pu être autorisé à soupçonner sa présence dans les fossiles de la période houillère.

Recherches de Bœhm (J.) sur les gaz produits pendant la fermentation des plantes terrestres et dans celle des plantes paludéennes et aquatiques. — Formation des graphites anthracites, houilles, tourbes.

L'*Amylobacter* s'attaque aussi aux plantes vivantes, mais en mauvais état de santé; c'est à lui qu'on doit la *pourriture des végétaux;* il est inoculable et sans doute a quelque parenté avec le *Bacterium putredinis* de M. Davaine. Peut-être est-ce lui qui se rencontre dans les tubercules ou sur les racines de certaines légumineuses; son action dissolvante de la cellulose expliquerait ces traînées glaireuses dans lesquelles certains savants ont voulu voir quelque chose d'analogue au *plasmodium* des Myxomycètes.

f. — Fermentation de l'acide tartrique, etc.

Tous les acides organiques peuvent fermenter et se décomposer ou se transformer en présence des Schizophycètes; le plus singulier de tous est peut-être le ferment tartrique. Ce ferment, encore indiqué par M. Pasteur, ressemble presque tout à fait au ferment lactique; il est formé de petits articles globuleux de 1 μ de diamètre et réunis en chaînettes de 50 μ. Ce vibrion ne s'attaque qu'à l'*acide tartrique droit;* en vain lui en offrira-t-on un autre, semblable comme composition, comme réaction, comme nature, n'ayant de différence que le pouvoir rotatoire, l'acide tartrique gauche; il ne s'y trompera pas, il le respectera. Mélangez les deux acides, combinez-les, faites, par leur union molécule à molécule, de l'acide racémique; bien plus, combinez cet acide racémique avec de l'ammoniaque et mettez le ferment en présence du composé, vous le verrez faire son choix, s'attaquer directement, et tout de suite, à l'acide tartrique droit, le décomposer jusqu'à la dernière molécule et laisser intact l'acide tartrique gauche. — Cela touche au merveil-

leux ; malheureusement pour la vanité de notre vibrion, les spores de *Penicillium* opèrent comme lui ! elles, aussi, déterminent une fermentation élective.

M. Cohn a rencontré dans une solution d'acide tartrique abandonnée à l'air un organisme analogue à celui que nous avons vu précédemment se produire dans la fabrication du sucre de canne. Ce sont aussi des cellules hyalines, petites, arrondies, étroitement réunies en familles globuleuses ou ovales, irrégulièrement lobées et lobulées, entourées d'une épaisse enveloppe gélatineuse, cartilagineuse, formant une membrane molle, floconneuse, se dissociant

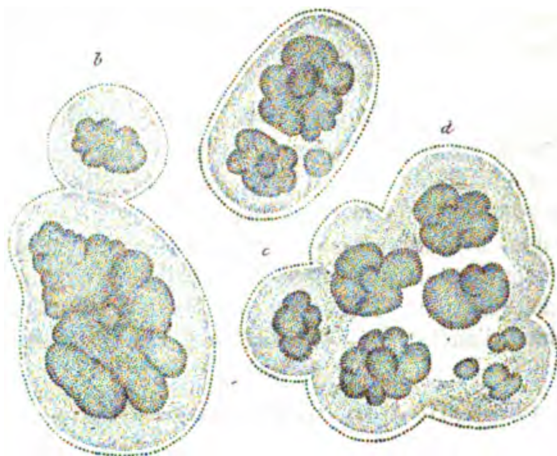


Fig. 75. — *Ascococcus Billrothii* Cohn, d'après M. Cohn.

facilement. Les familles atteignent de 20 à 160 μ et sont entourées d'une membrane mesurant environ 15 μ d'épaisseur. C'est l'*Ascococcus Billrothii* (fig. 75). M. F. Kœnig a reconnu dans cette fermentation le *Bacterium termo*.

g. — Acide succinique.

L'acide succinique se forme, ainsi que nous l'avons dit, pendant la fermentation alcoolique. M. Dessaignes est arrivé de même à transformer en acide succinique les malates, maléates et les fumarates de chaux, ainsi que l'acide aspartique et l'asparagine.

Jusqu'ici, aucun auteur n'a songé, à notre connaissance, à attribuer le phénomène à l'action d'un microbe spécial ; cependant les uns en font responsable le ferment de l'alcool, tandis que d'autres

seraient plus tentés peut-être de le rattacher aux ferments de l'acide acétique. On indique vaguement à la surface des liquides la formation d'une pellicule composée de microbes sur la nature desquels on ne s'est point prononcé.

h. — Fermentation zymogluconique.

M. Boutroux, étudiant la production de l'acide lactique, crut pouvoir annoncer que le ferment lactique se présentait le plus souvent sous la forme d'un voile placé à la surface du liquide dans lequel on le cultive; ce voile, d'une très faible ténacité, se montre, sous le microscope, formé de cellules ovales disposées deux par deux ou en chapelets de forme plus ou moins courbe. Cet organisme se développe rapidement quand on le sème dans des mélanges de sucre et de liquides contenant des matières azotées, telles que le petit-lait, l'eau de levure. Le mélange qui réussit le mieux est formé de levure et de glycose. L'auteur crut, d'abord, avoir affaire à de l'acide lactique; mais, examinant la question de plus près, il vit que c'était un nouvel acide qui se produisait; il le nomma *acide glyconique* ou *zymoglyconique*. Le ferment, par sa forme, est semblable au *Mycoderma aceti;* de plus, comme lui, il transforme l'alcool en acide acétique; néanmoins M. Boutroux croit devoir ne pas admettre l'identité et, pour cette raison, le nomme *Micrococcus oblongus*.

§ II. — Fermentation de l'ammoniaque ou nitrification.

Les corps organisés végétaux et animaux rendent à la nature, sous forme d'ammoniaque, l'azote qui entre dans la composition de leurs tissus. Pour cela, l'hydrogène s'associe à lui (AzH^4O), puis se combine sous cet état avec des acides pour faire des sels ammoniacaux; ces sels ne sont qu'une étape dans la décomposition; et le retour des divers éléments à l'état de liberté se fait ensuite par une série de réactions successives. L'azote se trouve ainsi prêt à rentrer dans la « circulation de la matière », en s'associant à la vie de nouveaux organismes végétaux qui le transmettent plus tard aux animaux, et ainsi de suite. Il y a peu de temps encore toutes les transformations chimiques de l'ammoniaque et de ses sels étaient du ressort exclusif de la chimie; aujourd'hui, il n'en est plus ainsi; on a cru pouvoir prouver que ces phénomènes relevaient des Bactériens.

Du rôle de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux dans la végétation : opinions des agronomes et des chimistes ; assertions de BOUCHARDAT (A.), CLOEZ, DÉHÉRAIN, ERDMANN, MENSEL, PHIPSON, SCHLESING et MUNTZ. — **Du microbe de la fermentation de l'ammoniaque :** *Microccoccus* **ou** *Microzyma??*

§ III. — Fermentation des sulfates, des sulfures alcalins, etc.

Lorsque nous avons étudié les Algues chromogènes nous avons parlé, entre autres, d'un *Bacterium sulfuratum*. Ce microbe est ainsi nommé en raison de la singulière propriété qu'il présente de fixer du soufre sous forme de cristaux plus ou moins gros, mais facilement reconnaissables soit au microscope par leur couleur, soit aux réactifs par leurs caractères chimiques. Nous avons insisté alors pour montrer comment les différents *Monas* (fig. 76, 77), *Rhabdomonas* (fig. 69), *Clathrocystis* (fig. 92), etc., ressortaient pour ainsi dire de ce *Bacterium*. Or, tous contiennent aussi du soufre, — et c'est le cas encore des *Merismopedia litoralis* des bords de la mer, — de sorte que l'on pourrait presque dire que, à peu d'exceptions près,



Fig. 76. — *Monas Warmingii*, COHN, d'après M. Cohn.

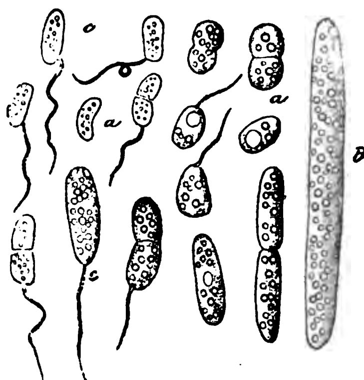


Fig. 77. — *Monas Okeni* COHN, d'après M. Cohn.

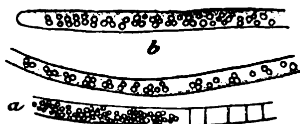


Fig. 78. — *Beggiatoa alba, Var. minima*, WARM., d'après M. Warming.

les Schizophycètes colorés qu'on rencontre sur les vases des rivages de la mer sont des organismes qui fixent du soufre. Nous ne doutons pas qu'il en soit de même des microphytes qui colorent les plages humides des étangs salés, les bords des marais salants et même des marais saumâtres ou d'eau douce dans lesquels on rencontre des végétaux en décomposition; car, dans ces cas comme dans les premiers, la présence de ces microbes aux colorations si curieuses s'accompagne du même phénomène, la production d'hydrogène sulfuré.

Il ne faudrait pas inférer de là que les microbes colorés en rouge soient les seuls qui sécrètent du soufre; non, il en est d'autres, plus singuliers encore, qui jouissent de la même propriété et dont la présence se trouve dévoilée, pour ainsi dire, par celle de ce gaz, d'odeur si nauséeuse d'œufs pourris, qui semble incompatible avec la vie, soit qu'il s'épanche directement dans l'air, soit qu'il se trouve dans l'eau à l'état de dissolution. Ces protophytes se présentent sous l'aspect de masses ordinairement blanchâtres ou plutôt incolores, composées de filaments enkystés plus ou moins longs, de forme et de taille diverses. On les nomme *Beggiatoa* et *Sulfuraria;* tous les deux ont leur existence liée à celle d'une substance glaireuse particulière, parfois extrêmement abondante, d'où ils semblent sortir et en laquelle ils paraissent retourner. Nous y reviendrons bientôt.

Description des *Sulfuraria* et *Beggiatoa* (fig. 78). De la décomposition des sulfates et de la production des eaux sulfurées. Observations de Plauchud, Cohn, Warming.

De même que toutes les eaux en général, celles dites eaux minérales, c'est-à-dire tenant en dissolution des minéraux soit simples, soit à l'état de sels, sont habitées par des Algues d'espèces diverses; il serait curieux de rechercher quelle est l'action de ces végétaux sur ces eaux. Le cas des eaux sulfureuses n'est certes pas un cas unique; il doit y en avoir d'autres dans lesquelles la minéralisation se trouve aussi en rapport avec certains microphytes qui, vivant aux dépens des matières en solution, les décomposent et donnent des principes qui sont dès lors utilisés en médecine.

§ IV. — Fermentation des matières quaternaires azotées.

Les matières azotées animales et végétales retournent, elles aussi, aux milieux cosmiques, et pour cela doivent être dédoublées par des

actes de fermentation. Aucune des matières de cet ordre n'échappe à cette loi; mais, jusqu'à ce jour, on n'a trouvé de microphytes que dans les fermentations de l'asparagine, de la caséine, de l'urée, des albuminoïdes.

a. — Fermentation de l'asparagine.

L'asparagine est un produit azoté végétal qui, provenant de la décomposition de l'albumine, peut, sous l'influence des hydrates de carbone, se retransformer en albumine. En 1858, Hartig affirma que l'asparagine était universellement répandue dans le Règne végétal. « La présence universelle de cet élément cristallisable dans tout tissu cellulaire jeune, montre que sa solution est la forme sous laquelle se transmet, de cellule en cellule, la nourriture azotée des plantes formées d'éléments mis en réserve. » Cette affirmation, contredite par M. Pfeffer, a depuis été justifiée par les travaux de plusieurs naturalistes et, en particulier, par M. Portes et M. Borodin. Il serait intéressant de savoir comment cette matière peut disparaître et se dédoubler en ses éléments constitutifs.

Dès 1844, M. Piria a reconnu que l'asparagine, tirée du jus de féverolles et abandonnée à l'air, entre en fermentation, donne naissance à du succinate d'ammoniaque et prend une odeur de substances animales putréfiées. « Le liquide se recouvre d'une pellicule blanche dans laquelle on observe une multitude d'infusoires. Ceux-ci, placés dans une solution d'asparagine pure, opèrent de nouveau la fermentation succinique et en même temps se multiplient. » Ces *infusoires* n'ont point été suffisamment étudiés.

b. — Fermentation de l'urée.

L'urine abandonnée à l'air, dans un vase, fermente. D'acide qu'elle était, elle devient alcaline et exhale une odeur particulière d'ammoniaque. Ces tranformations s'opèrent plus ou moins rapidement après la miction et sont plus ou moins prononcées suivant les cas. La rapidité de la fermentation dépend des conditions de température, d'électricité atmosphérique, et l'intensité semble être surtout en rapport avec l'état de santé ou de maladie du sujet qui fournit le liquide en expérience. Les chimistes ont reconnu que la décomposition portait sur l'urée, et M. Dumas[1] lui a donné le nom

1. Dumas, *Traité de chimie*, 1843, VI, 380.

de fermentation ammoniacale. Une formule rend facilement compte de ce qui se passe chimiquement :



$$C^2H^4Az^2O^2 + 4HO = 2CO^2 + 2AzH^4O.$$

Urée. Eau. Acide carbonique. Ammoniaque.

En fixant deux équivalents d'eau les éléments de l'urée se sont disposés d'une façon nouvelle; ils ont constitué de l'acide carbonique

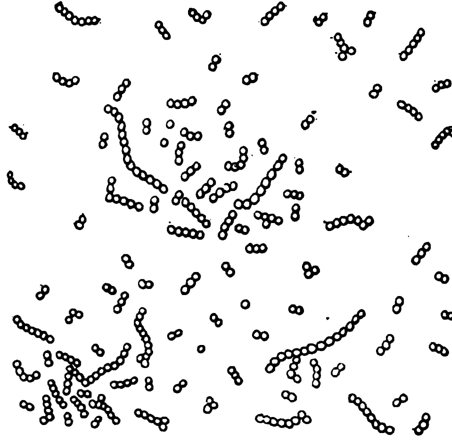


Fig. 79. — *Micrococcus ureæ* VAN-TIEG., d'après M. Duclaux.

et de l'ammoniaque, qui, en se réunissant, ont donné le carbonate d'ammoniaque, que l'on retrouve au fond du vase avec les autres matières de l'urine, sels divers, dépôts variés, qui s'y forment.



Fig. 80. — *Bacillus ureæ* MIQ., d'après M. Miquel.

Liebig et son école professaient que la fermentation se faisait par simple action du mucus vésical entrant en décomposition.

Recherches de Jacquemart, Müller, Pasteur, Ordonnez, Hiller, Cazeneuve et Livon, Richet (Ch.). — Nephrozymaze de Béchamp, ferment diastasique de Musculus. *Micrococcus ureæ* **(fig. 79) de Van-Tieghem et** *Bacillus ureæ* **de P. Miquel (fig. 80). De l'action des antiseptiques sur les Bactéries de l'urine, par Haberkorn.**

c. — Fermentation de la caséine.

La fabrication des fromages repose sur la fermentation du sucre de lait et sa transformation en acide butyrique. Elle prend spécialement le nom de fermentation caséique. Le ferment apporté par la présure serait, d'après M. Cohn, le *Bacillus subtilis*. Toutefois, il fait remarquer que certains sucs végétaux agissent de la même façon sur le lait et qu'il en est de même de l'extrait alcoolique de présure, qui pourtant ne contient plus de Bactéries.

M. Duclaux a particulièrement étudié cette fermentation.

Quant aux transformations ultérieures du fromage, elles sont dues à un ensemble de fermentations successives déterminées par la présence de Mucédinées de toutes sortes, qui se développent à sa surface ou dans sa substance même.

d. — Fermentation des albuminoïdes ou fermentation putride.

Cette fermentation, en ce sens qu'elle engendre des gaz d'une odeur repoussante, se rapproche beaucoup des précédentes; au reste, il est difficile de les séparer complètement au point de vue des produits, les matières fermentescibles engendrant par leur décomposition complexe les mêmes réactions et en plus de l'hydrogène sulfuré ou phosphoré. Cela tient à la composition même des substances décomposables, dans lesquelles il entre, outre du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote, d'autres éléments, tels que le soufre ou le phosphore. N'avons-nous pas, en effet, la formule générale : $C^nH^mAz^xO^y + S$ ou P.

Plus les corps sont azotés, plus ils sont instables, ce qui dépend de la nature même de l'azote (voy. page 62). C'est ce qui fait que plus les êtres sont azotés, plus les réactions dont ils sont le siège sont actives, variées, répétées, plus, en un mot, la vie est manifeste; d'où résulte, comme conséquence, la supériorité des animaux, qui ne sont formés presque que de substances albuminoïdes, sur les végétaux dans lesquels ces matières sont masquées par des

hydrates de carbone. Tant que toutes les actions des albuminoïdes divers sont astreints à s'harmoniser, les résultats partiels des actes physiologiques se combinent pour donner le résultat général qu'on est accoutumé d'appeler la Vie. Mais que l'harmonie, par usure des parties ou par un accident quelconque, vienne à se trouver rompue, qu'en d'autres termes la Mort survienne, les éléments retombent dans l'isolement, se dissocient, tout en conservant leur composition élémentaire. Chaque partie fonctionne encore, vit comme un organite à part et tend à se séparer de la colonie commune; bientôt même chaque organite se décompose en ses éléments premiers. C'est cet ensemble de réactions de désorganisation qu'on nomme fermentation putride. En résumé, tout se réduit à la décomposition des albuminoïdes avec des variantes de détail dépendant des différences qu'il peut y avoir dans la valeur des exposants n, m, x et y de la formule ci-dessus. Connaître ce qui se passe dans l'une d'elles, c'est, à peu près, connaître ce qui se passe dans toutes.

On admettait autrefois, d'après la théorie de Stahl, revue par

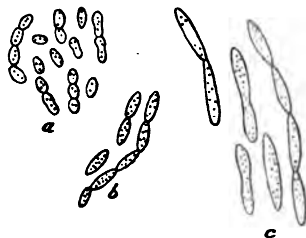


Fig. 81. — *Bacterium lineola*, d'après M. Warming.

Willis et perfectionnée par Liebig, que, sous l'influence de l'oxygène de l'air, les albuminoïdes s'oxydaient et formaient des principes nouveaux qui, eux-mêmes, subissaient des décompositions successives jusqu'à ce que tous aient été ramenés aux éléments C, H, Az, O, S et P. Les travaux d'Appert et de Gay-Lussac ne laissaient aucun doute sur la vérité de cette explication : l'oxygène était l'agent unique de la transmutation des corps. C'était fort simple.

Expériences contradictoires de Schwann, d'Ure, d'Helmotz, de Schultz, de Schrœder et Von-Dusch, de Pasteur. — Opposition de Pouchet. — Théorie de Pasteur : rôle des aérobies (*Monas crepusculum*, Mull., *Bacterium Termo*, Ehr.) et des Anaérobies (*Bacillus subtilis* et *B. Ulna* Cohn, *Bacterium catenula* Duj. et *B. punctum* Ehrb., *B. lineola* Cohn [fig. 81], *Vibrio rugula* Mull.

[fig. 82], *V. Spirillum volutans* EHRB., *etc.*). — **Nouvelles observations de M. BÉCHAMP, de GAUTIER (A.) et ÉTARD (A.).**

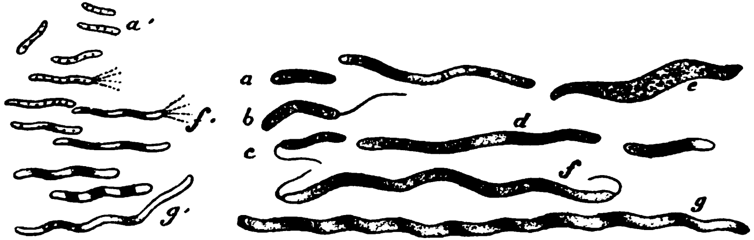


Fig. 82. — *Vibrio rugula*, d'après M. Warming.

De la putréfaction des œufs : observations de DONNÉ, BÉCHAMP, GAYON. **Adaptation de la théorie de** PASTEUR **à l'explication du phénomène.**

Observations de P. MIQUEL. **Nouveau** *Bacillus* **de fermentation putride.**

Fermentation cadavérique : CHEVREUL, ORFILA, LESUEUR. **Gras de cadavre. — Ptomaïnes :** BROUARDEL et BOUTMY, GAUTIER, SELMI.

3e SECTION. — SCHIZOPHYCÈTES PATHOGÈNES.

Ici, peut-être plus encore que pour les Schizophycètes zymogènes, on doit se tenir sur la réserve et n'accepter que sous bénéfice d'inventaire tout ce que l'on a dit sur l'intervention des protorganisés. Ce qui donne, en effet, fort à réfléchir, c'est la défiance avec laquelle les médecins, seuls juges compétents en pathologie, acceptent les affirmations des chimistes qui, exagérant les idées émises par F.-V. Raspail, de leurs expériences, faites dans des cornues plus ou moins *flambées* [1], dans des ballons à becs plus ou moins *effilés* [2], ou sur le *plateau des cent tubes* [3], concluent à ce *qui doit se passer* dans l'économie animale. « Il n'y a pas un département des Cryptogames au sujet duquel on ait tant écrit que celui des maladies infectieuses et de leurs relations avec les Bactéries (et que celui des Bactéries en général). Mais sur aucun autre terrain on n'a commis peut-être autant d'erreurs, soit que des observateurs ignorants eussent entrepris des recherches qui

1. Chamberland (Ch.). *Rôle des êtres microscopiques dans la production des maladies*, in *Rev. Scient.*, 1882, pag. 450.
2. Duclaux (E.). *Ferments de maladies.* Paris, 1882, p. 24.
3. Tyndal (John). *Les Microbes*, trad. de L. Dollo. 1882, page 123.

étaient au-dessus de leur compétence, soit qu'on affirmât avec la plus grande naïveté des faits qui sont en contradiction directe avec les autres résultats scientifiques. Les innombrables notes des médecins sur l'action des Bactéries sur l'organisme humain ou animal, en général, doivent donc être traitées avec la plus grande défiance [1]... »

Toutefois, comme il est urgent que chacun se fasse une opinion, et comme il est indispensable que, pour la formuler, chacun ait les pièces du procès, nous allons passer en revue les différentes maladies dans lesquelles on les a fait intervenir, en insistant surtout sur celles qui ont le plus attiré l'attention du public savant.

Nous avons relevé aussi complètement qu'il nous a été possible les faits qui ont été publiés, et nous les exposons impartialement. Nous n'entendons ni les appuyer ni les révoquer en doute; quelle que soit la source d'où ils puissent provenir, le nom des inventeurs reste leur garantie vis-à-vis du lecteur. Qu'il se garde, toutefois, d'un jugement trop précipité; c'est ici, surtout, qu'on doit se dire que le vrai peut être invraisemblable, et qu'il est utile de se rappeler que c'est le vraisemblable qui conduit aux inductions les plus erronées. Au reste, chacun a besoin d'indulgence, et tel qui accuserait son prochain d'avoir une foi robuste pourrait bien lui-même ajouter créance à des erreurs encore plus grossières.

Nous eussions pu, pour la présente exposition des faits, adopter la division en maladies attribuées aux sphérobactéries, maladies attribuées aux microbactéries, etc., etc.; mais ici, moins qu'ailleurs peut-être, une telle classification n'est possible. En effet, on trouve signalé souvent, dans la même maladie, des organismes appartenant à des classes différentes, ce qui n'étonne nullement ceux qui croient au passage des Bactéries d'un groupe aux Bactéries du groupe suivant. — Nous pourrions, peut-être, alors adopter une classification nosologique? Nous avouons que nous serions embarrassé dans notre choix, d'autant que nous exposons justement une doctrine qui, si elle venait à être admise, aurait pour effet de renverser toutes les autres et, par conséquent, leurs classifications : c'est au reste, déjà, ce qu'a essayé M. Klebs. En un tel état de choses, nous avons adopté la classification par ordre alphabétique.

1° Abcès et collections purulentes non exposées à l'air. — Observations du Dr Al. Bergeron. Les Vibrions se forment dans

1. Luerssen (Chr.), *Medicinisch-pharmaceutische Botanik*, trad. in *Journ. de Microgr.* du Dr J. Pelletan, 4e ann., p. 146.

les foyers sans que l'on puisse invoquer le contact de l'air. — Opinion du Dr Bouloumié.

2° Abcès sous-cutanés. — Présence de *Bacterium :*
Cfr. Nepveu.

3° Albuminurie ou maladie de Bright. *Zymostosis gracilis* *Salisb.*

4° Anthrax et furoncle.
Cfr. **Observations du prof. Salisbury** : *Micrococcus* **et** *Crypta carbuncula.* — **Expériences de** Pasteur. **Autre microbe du furoncle. Contagion; expériences de** Lœvemberg **et de** Trastour.

5° Blennorrhagie. *Crypta gonorrhœa Salisb.*

M. Salisbury a écrit et figuré sous le nom de *Crypta gonorrhæa* une production algoïde qu'il regarde comme étant la cause de la

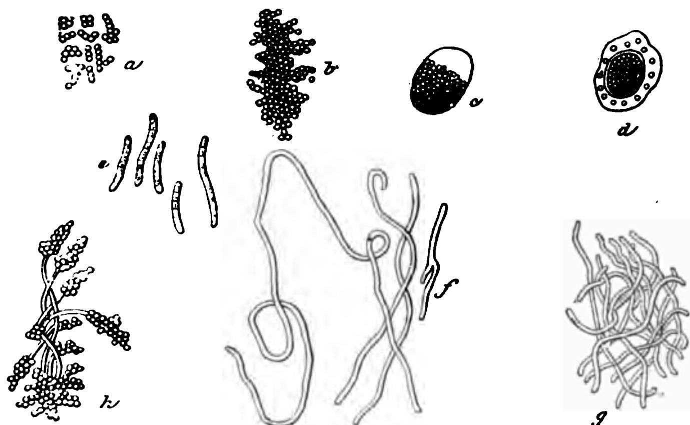


Fig. 83. — *Crypta gonorrhæa* Salisb., d'après M. Salisbury.

blennorrhagie. Elle se développe sous forme de *Micrococcus* dans les cellules épithéliales de la muqueuse uréthrale. Ses spores, en germant, donnent des filaments plus ou moins longs. On peut rencontrer soit les deux isolés, soit les deux réunis dans le pus du méat urinaire. Les filaments sont parfois tout à fait cylindriques et quelquefois moniliformes. Les cellules du pus peuvent avoir été envahies par les spores du *Crypta* (fig. 83), et alors elles semblent renfermées dans un sporange. Ce protophyte limite sa végétation au tissu épithélial, ce qui le distingue du parasite de la *Syphilis.*

6° Bronchite. — Coryza et Otite chronique.

Observations de Pouchet et de Bernard. Bactériens (?) dans les mucosités rejetées.

7° Catarrhe utérin. — Cfr. Salisbury : *Torula* (*Sarcina*) *aggregata* Salisb. et *Zymostosis* (*Bacterium*) *catarrhalis* Salisb.

8° Charbon. *Bacillus anthracis* Cohn (fig. 84).

Cette maladie, appelée aussi *pustule maligne,* se retrouve chez les animaux sous des noms qui varient : le *sang de rate* est le charbon

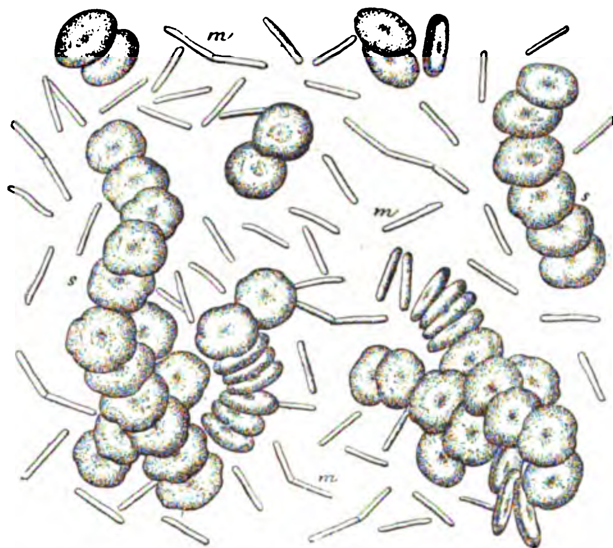


Fig. 84. — *Bacillus anthracis* Cohn. *m*, *m*, les microbes : *s*, *s*, les globules du sang plus ou moins déformés.

des moutons; la *maladie du sang* est le *charbon* du bœuf, et chez le cheval on la nomme *maladie charbonneuse.* C'est toujours une maladie virulente se manifestant par une altération du sang, un abattement des forces et la production de tumeurs cutanées inflammatoires qu'on a nommées tumeurs charbonneuses. Parfois spontanée, quelquefois sporadique, elle se transmet ordinairement par contagion. C'est un fléau redoutable ; il résulte de relevés officiels que, dans le seul État de Newgorod, le charbon a enlevé en trois ans (1867-1870) plus de 56 000 animaux et de 528 personnes, et qu'en Saxe, le district de Mansfelder a vu périr de ce fait 186 000 moutons. On conçoit donc que, de tout temps, on se soit

occupé de cette maladie et qu'on ait cherché tous les moyens possibles de la combattre; aussi, depuis surtout qu'on a reconnu la présence ordinaire d'un microbe chez les individus atteints de maladie charbonneuse, il est devenu le Schizophycète le plus étudié, le plus mis en expérience, le plus décrit; c'est par centaines qu'on pourrait compter les mémoires qui ont été publiés pour en raconter les faits et gestes.

Nous n'entreprendrons point de retracer l'histoire de la maladie elle-même, nous n'en voulons savoir que ce qui touche au *Bacillus anthracis* (fig. 84).

Recherches de DAVAINE et RAYER, POLLENDER, BRAUELL, DELAFOND, PASTEUR, SIGNOL. — **Opposition de** LEPLAT et JAILLARD; **intervention du microbe de la septicémie. Confirmation de la présence du** *Bacillus anthracis* : HOFFMANN, BOLLINGER, MEYBURG, SIEDAMGROTZKI, TOUSSAINT, BOULEY, COHN. — **Description du microbe** : COHN, EWART, FRISCH. — **Sa culture** : KOCH, LÉWIS, GREENFIELD. — **Enkystement ou sporulation du** *Bacillus anthracis* **découverte par** KOCH. — **Résistance des corpuscules brillants aux agents extérieurs; sensibilité extrême des** *Bacillus*. — **Opposition de** G. COLIN et P. BERT. **Expériences de** PASTEUR, JOUBERT et CHAMBERLAND. — **Déductions thérapeutiques** : DAVAINE. **Relations entre le** *Bacillus anthracis* **et le** *Bacillus subtilis* HANS BUCKNER.

Quoi qu'il en soit, nous avons deux formes nuisibles du *Bacillus anthracis*. « L'inoculation peut se faire : 1° lorsque les bacilles sont à l'état frais, 2° lorsqu'ils sont desséchés et qu'ils possèdent encore leur activité, ou enfin lorsque leurs spores ont pris naissance. Le premier mode de contagion est le plus fréquent chez l'homme; chez les animaux, la maladie est produite le plus souvent par l'absorption du parasite, soit à l'état de dessiccation, soit à l'état de spore. La plupart de nos bestiaux présentent, en effet, sur la peau de petites plaies, de simples excoriations causées par des coups qu'ils se font eux-mêmes en se grattant, en se heurtant contre les corps résistants; les plaies sont autant de portes ouvertes par lesquelles le microphyte peut entrer dans le torrent circulatoire et s'y développer. Il est probable que cette voie n'est pas la seule et que les bacilles et leurs spores peuvent pénétrer par les voies digestives et respiratoires.... Le cadavre d'un animal mort de sang de rate, enterré pendant la saison chaude dans un sol humide et à peu de profondeur, les excréments des animaux malades renfermant du

sang, mêlés au fumier des étables ou tombant dans un terrain marécageux, se trouvent dans les conditions les plus favorables au développement des bacilles et à la production des spores. Nous avons vu que ces spores ont une résistance très remarquable : une dessiccation de plusieurs années, leur macération dans l'eau ou un liquide en putréfaction, une alternative de sécheresse et d'humidité ne leur font pas perdre leurs propriétés germinatives. Il suffit donc d'un cadavre pour donner naissance à une quantité considérable de spores et infecter toute une région. On s'explique dès lors très facilement l'apparition des épizooties à la suite des inondations et, dans les saisons chaudes et pluvieuses, l'existence endémique des affections charbonneuses dans les contrées marécageuses ; les bacilles se trouvent dans un milieu semblable à celui dans lequel on les fait se reproduire expérimentalement[1] ».

Comment s'opère la contagion, par quelles voies les *Bacillus* ou leurs spores entrent-ils dans l'économie? — Recherches de Toussaint. — Étiologie du charbon : Pasteur et Poincarré. — Les vers de terre messagers des germes : Pasteur, Colin.

Comment agit le *Bacillus anthracis* sur l'économie animale? Hypothèse de Pasteur; expériences de Klebs; hypothèse de Toussaint.

Que devient le *Bacillus anthracis* introduit dans l'organisme d'un animal réfractaire à l'infection? Expériences de Chauveau.

L'histoire déjà si accidentée du charbon nous réservait encore d'autres surprises : on vient de trouver le moyen de vaincre cette terrible maladie et conférer aux animaux une immunité telle qu'il n'y aura plus pour elle à craindre l'inoculation. On a découvert coup sur coup deux vaccins.

M. Pasteur[2] écrit à M. Dumas : «... De nombreuses expériences m'ont démontré que les cultures de la Bactéridie dans un milieu épuisé par le microbe du choléra des poules, quoique réelles, sont retardées, peu abondantes, fort pénibles. Contrairement à mes prévisions (Note, fév. 1880), il se pourrait donc que les poules vaccinées pour le choléra fussent réfractaires au charbon. *Ce serait l'immunité*

1. *Les maladies charbonneuses et leurs causes*, in *Rev. sc.* 2e sér. 6e année, pag. 734.
2. Pasteur (L.). *Sur un nouveau vaccin du charbon*, in *Compt. rend. Acad. sc.*, 1880, XCI.

créée sur un animal au moyen d'une maladie parasitaire de toute autre nature..... Tel est précisément le résultat inattendu que j'ai obtenu dans quelques expériences, encore trop peu nombreuses pour que je puisse donner le fait comme établi sûrement, mais assez intéressantes pour mériter d'être communiquées à l'Académie. Si ce résultat se confirme et principalement s'il se généralise pour d'au-

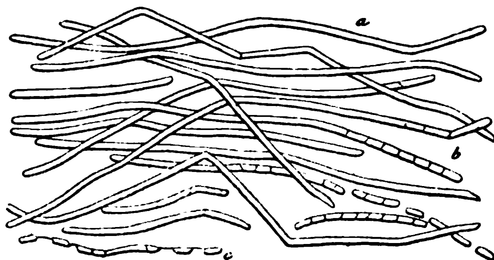


Fig. 85. — *Bacillus anthracis* en culture dans de l'humeur aqueuse, d'après M. Richard Léwis.

tres maladies virulentes, on pourra en espérer les conséquences thérapeutiques les plus importantes en ce qui concerne même la pathologie des maladies virulentes propres à l'espèce humaine. »

M. Toussaint propose un tout autre vaccin; il vaccine avec le sang charbonneux lui-même, après l'avoir au préalable défibriné et débarrassé de ses *Bacillus* par la filtration plusieurs fois répétée et par la chaleur. Il porte le liquide à 55°, température plus que suffisante pour tuer toutes les Bactéries que le sang pourrait contenir. C'est avec cette lymphe stérilisée qu'il fait l'inoculation préservatrice. Il la pratique en plusieurs points successivement au voisinage des ganglions de l'aine et du cou. Il se fait une évolution morbide locale, mais non généralisée, semblable à celle des vaccins; son résultat est de rendre le sang impropre désormais à la multiplication de la Bactérie charbonneuse. Toutefois, cette immunité n'est acquise qu'après douze jours écoulés. Il y a une sorte d'incubation. Les expériences de M. Toussaint sont trop récentes encore pour qu'il puisse dire combien dure l'immunité.

Mais le *Bacillus anthracis* est-il donc le facteur indispensable de la maladie charbonneuse ?

Du charbon spontané ou sans *Bacillus*; observations de Chavanes, Decroix, Toussaint, Maunoury, Salmon, Chauveau, etc. — **Étiologie du charbon spontané** : Raynal, Leblanc, Darreau, etc.

COLIN : **analyse expérimentale de la pustule maligne et de l'œdème charbonneux.**

9° Charbon symptomatique.

Ne doit pas être confondu avec le sang de rate. Observations de ARLOING, CORNEVIN et THOMAS. **Il est déterminé par un microbe autre (?) que le *Bacillus anthracis*.**

10° Choléra des poules.

Cette maladie est pour les volailles aussi redoutable que le charbon l'était pour nos moutons et nos bœufs; contagieuse une fois déclarée dans une basse-cour, elle en a bientôt atteint tous les habi-

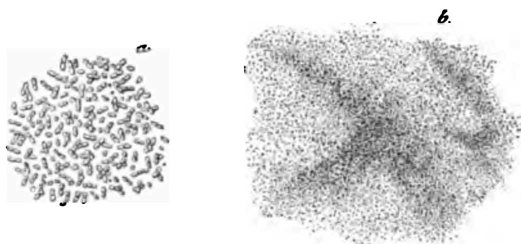


Fig. 86. — *Microbes du choléra des poules*, d'après une figure du journal la *Nature* faite sur des préparations de M. Pasteur.

tants, et en quelques jours, elle l'a décimée. Ce n'est que dans ces derniers temps qu'on s'est aperçu que la cause de la maladie pourrait bien être un microbe; M. Pasteur a fait en ce sens de nombreuses recherches et est arrivé à des résultats remarquables.

Le microbe serait un Schizophycète d'une extrême ténuité, sorte de *Bacterium* en articles étranglés à leur milieu et qu'on prendrait au premier abord pour des points isolés. Cultivés dans du bouillon de muscle de poule neutralisé par la potasse et rendu stérile par une température de 110 à 115°, ils se multiplient avec une rapidité « qui tient du prodige ». Ce petit organisme est fatalement mortel pour les poules qui le rencontrent. Quelques gouttes d'une culture comme celle dont nous venons de parler, « déposées sur du pain ou de la viande qu'on donne à manger aux poules, suffisent pour faire pénétrer le mal par le canal intestinal, où le petit organisme microscopique se cultive en si grande abondance que les excréments des poules ainsi infectées font périr les individus auxquels on les inocule. Ces faits permettent de se rendre compte de la manière dont se propage dans les basses-cours la très grave maladie qui nous

occupe. Evidemment les excréments des animaux malades ont la plus grande part à la contagion. » De là on peut tirer des indications générales de prophylaxie. Le microbe inoculé à des cobayes s'y développe, mais en se localisant dans des abcès, en sorte que l'animal ne meurt pas, mais conserve en culture dans les abcès le microphyte toujours aussi disposé à reproduire la maladie première s'il est fortuitement ou volontairement inoculé à des poules. Or cet ennemi terrible cultivé d'une certaine façon perdrait toutes ses propriétés nocives, bien plus, deviendrait un être bienfaisant; inoculé, non seulement il ne donnerait plus le choléra, mais encore il empêcherait les poules de le contracter. Au lieu et place de la maladie, il leur donnerait l'immunité. La spécificité se trouverait changée : il ne serait plus *virus* mortel, mais un *vaccin* sauveur.

Curieuse découverte, qui deviendrait bien autrement intéressante si l'on pouvait en tirer parti pour la thérapeutique humaine. Car il pourrait se faire que le microbe du choléra des poules se retrouvât chez l'homme, de même que le *Bacillus anthracis* du charbon des animaux s'y retrouve pour produire la pustule maligne. La maladie connue, il deviendrait facile de la guérir, puisqu'on en a le *vaccin* ou *préservatif*.

Recherches de Talmy, Nicolas, Déclat sur les analogies qui peuvent exister entre le choléra des poules et le Nélavan, la maladie du sommeil, l'hypnosie. — Recherches de Toussaint sur le microbe : son identité avec le *Micrococcus septicus*.

Mais alors, si le microbe du choléra des poules n'est autre que le *Micrococcus septicus*, M. Pasteur, ayant trouvé le moyen de le transformer en vaccin, a, du même coup, trouvé le moyen d'empêcher le développement des maladies qui relèvent de la septicémie, depuis l'infection purulente jusqu'à la péritonite puerpérale. M. Pasteur se montre effrayé de la déduction à laquelle il se trouve entraîné. « Je ne suis pas davantage d'accord avec M. Toussaint sur l'identité qu'il affirme exister entre la septicémie et le choléra des poules. Ces deux maladies diffèrent du tout au tout.... » Pourtant, si quelqu'un a autorité pour parler en cette circonstance, c'est bien M. Toussaint, qui est vétérinaire et qui, de plus, le premier en France, a signalé ledit microbe.

11° Coqueluche. Hypothèses de Rosen, Bœlle, Bienner, Poulet. — Expériences du Letzerich. Observations d'Oltramare.

12° Cystite. Recherches de DAVAINE, ORDONNEZ, SALISBURY, *Micrococcus; Zymostosis elongatus* SALISB.

13° Diarrhée épidémique.

De la présence dans cette maladie de vibrions et de monades : HALLIER.

14° Diphthérie.

N'est point produite par un Schizomycète (voy. pag. 193), mais par un Schizophycète, d'après EBERTH; **opinion de** LABOULBÈNE. **Recherches de** DUCAMP, SCHÜLTZ et KLÉBER.

15° Endocardite ulcéreuse.

Observations de HILLER. **Travaux de** GERBER et BIRSCH-HIRSCHFELD.

16° Érysipèle. Recherches de HUETER, NEPVEU, ORTH, LUKOMSKI, RECKLINGHAUSEN, DUPEYRAT. **Cultures des** *Micrococcus* **trouvés dans le sang des érysipélateux par** SALISBURY.

17° Fièvre aphteuse ou cocotte des animaux.

Cfr. BOULEY : **Expériences de** STREBEL **(1856)**; ROSSIGNOL.

18° Fièvres intermittentes.

La fièvre intermittente, fièvre des marais, *malaria*, a de tout temps été regardée comme causée par des émanations particulières s'élevant des surfaces marécageuses, soulevées dans les airs avec les brumes, chassées par les courants aériens et portant avec elles une sorte de poison qui, s'abattant dans certaines localités, amenait chez les animaux qui les respiraient un état fébrile particulier qui, à la longue, se terminait par des accidents souvent d'une gravité très grande. Certains pays sont ainsi devenus inhabitables, soit parce qu'ils se trouvent dans le foyer où se produisent les *effluves* (Marais Pontins, Sologne, etc.); soit parce qu'ils se trouvent sur le trajet des vents dominants, certains hameaux de Corse, par exemple. L'influence pernicieuse des brouillards maremmatiques est manifeste ; on sait parfaitement qu'on ne doit pas aller en plaine avant le lever du soleil qui les dissipe, et l'on a parfaitement remarqué que les localités infestées se trouvent non seulement sous le vent, mais encore à un certain niveau au-dessus duquel tout danger cesse, parce que les brumes ne les atteignent jamais. On conçoit donc qu'on ait recherché ce qui pouvait exister dans ces brouillards et sur les terrains qui les engendrent, car il semble naturel de penser que le poison prend naissance sur le sol et s'en élève ensuite avec la vapeur d'eau qui s'en échappe.

Recherches de PEYROT, d'ANCELON, GIGOT, POLLI, LEMAIRE : ***Bacterium Termo*****,** ***Vibrio*****,** ***Spirillum*****. — Observations de SALISBURY (*****Gemiasma*****), de HALLIER, SCHURTZ, HANNON, VAN DEN CORPUT (*****Oscillariées*****); de BALESTRA (*****Microcystis æruginosa*****); de VAN-DYKE (*****Spirillum*****); de CASTRACANE, de GRIFFINI, de KLEBS et TOMMASI-CRUDELLI, de LAVERAN (*****Bacillus*** **et corpuscules) : de CUBONI et MARCHIAFAVA; de BABES et ROZAHEGGI; de RICHARD (*****Oscillaria malariæ RICH.*****). Opinion de MAGNIN (*****Chlorococcum coccoma*****). Expériences de P. MIQUEL. Observation de BURDEL. — Comment expliquer le retour des accès : VAN-TIEGHEM, LÉWIS.**

19° Fièvre et péritonite puerpérale.

Le sang puerpéral, inoculé à des lapins, produit, d'après MM. Coze et Feltz, des phénomènes nerveux, l'asphyxie, les convulsions et la mort. Ces auteurs ont trouvé dans le sang des tractus fibrineux abondants, des points mobiles et des petites chaînettes à deux, trois ou quatre grains, quelquefois en ligne droite, quelquefois disposés angulairement; les chaînettes remuent soit dans leurs articles, soit dans leur ensemble. MM. Heiberg et Orth ont retrouvé ces *Micrococcus* en quantités considérables dans la lymphe. M. Kisner nomme ce microphyte *Microsporon septicum*, l'assimilant au microphyte de la septicémie, et, en effet, la plupart des nosographes rapprochent la péritonite puerpérale de la septicémie. M. Pasteur ne semble pas de cet avis dans ses essais médicaux! et, sans aller aussi loin pour cette affection que pour l'ostéomyélite, dont il fait une espèce de furoncle, il incline à voir dans le Bactérien de la fièvre puerpérale un proche parent de celui qu'il a constaté dans le furoncle. « La première culture (de sang de péritonite) ne renferme que l'organisme des furoncles; la culture suivante contenait un organisme voisin de celui du furoncle, mais qui en diffère assez pour en être distingué. En effet, tandis que l'organisme du furoncle est par couples de grains, rarement même réunis en petits chapelets de trois ou quatre, le nouveau est en longs chapelets dont ce nombre des grains est, pour ainsi dire, quelconque..... Les chapelets sont flexibles, et on les voit souvent en petits paquets enchevêtrés comme des fils de perles embrouillés; on trouve parfois, il est vrai, le vibrion pyogénique, organisme « du pus », mais il n'y a pas de confusion possible. » — De ses études, il conclut que « l'on range sous l'expression de *fièvre puerpérale* des maladies très variées; mais toutes paraissent être la conséquence du développement d'organismes qui, par leur présence, infectent le pus

naturellement formé à la surface des parties blessées et de là se répandent dans toutes les parties du corps. »

M. Engel a, dans un cas analogue, trouvé un *Bacillus* qu'il nomme *B. puerperalis*, sur lequel il a pu constater la sporulation, et M. Feltz un *Leptothrix*.

20° Fièvre récurrente ou typhus à rechutes.

Observations de LITTEN et de WEISSEMBERG, de WIRCHOW et de OBERMEIER. — Découverte du *Spirillum* parasite dans le sang; sa confirmation par BIRSH-HIRSFELD, ENGEL, WEIGERT, BURDON-SANDERSON, LASKOUSKY, HEYDENREICH. — Le *Spirillum* devient le *Spirochœte Obermeieri* COHN (fig. 87). Réflexions de C. RICHARD LÉWIS.

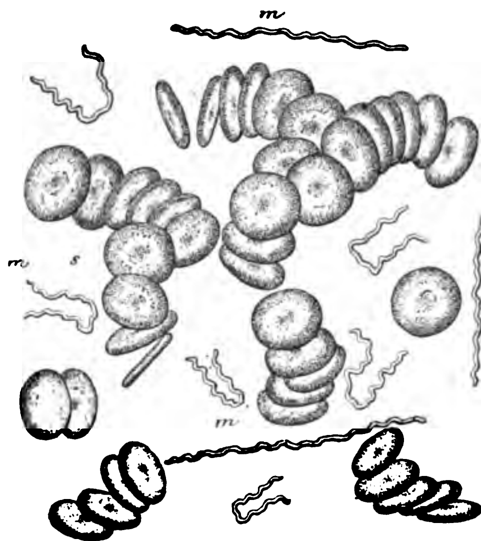


Fig. 87. — *Spirochæte Obermeieri* COHN, dans la fièvre récurrente; *m*, microbes; *s*, globules sanguins.

21° Fièvre rémittente du cheval.

Observation de SALISBURY; *Micrococcus* et *Zymostosis* (*Bacillus*) *escularis* SALISB.

22° Fièvre typhoïde du cheval.

Observation de SIGNOL, MÉGNIN. Expériences de DAVAINE et DUPUIS. Le microbe serait le *Bacillus anthracis*.

23° Fièvre typhoïde du porc.

Observations de Leisering, de Klein et de Falke. — Recherches de Detmers. Le microbe ne serait-il pas encore ici le *Bacillus anthracis?*

24° Fièvre typhoïde de l'homme.

Contagieuse, infectieuse et épidémique, la fièvre typhoïde devait attirer l'attention des partisans de la théorie parasitaire. Le caractère fébrile que présente cette affection a porté tout d'abord à rechercher le ferment pathogénique dans le sang; cependant d'autres savants ont porté leurs recherches sur les matières qui proviennent de l'intestin.

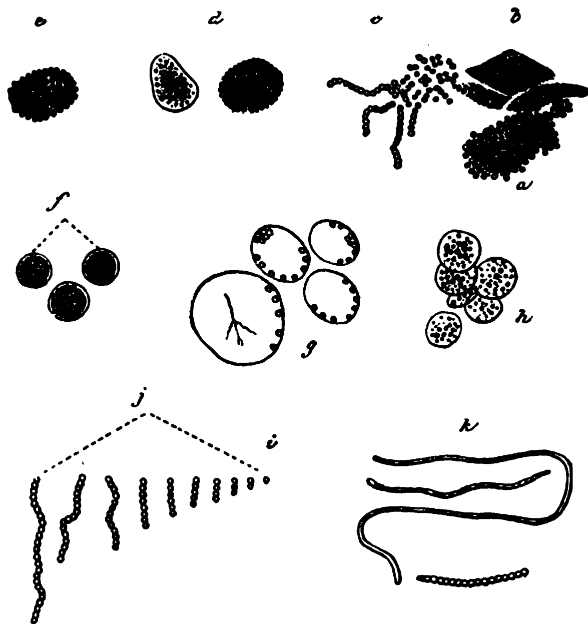


Fig. 88. — *Biolysis typhoïdes* Salisb., de la fièvre typhoïde. Différents états de développement du microbe, d'après M. Salisbury.

Recherches de J. Guérin et de Ely Van-de-Warker, de Feltz, de Brautlecht.

Microbe de la fièvre typhoïde Tigri (?), Coze et Feltz : *Bacterium catenula.* — Salisbury : *Biolysis typhoïdes Salisb.* (**fig. 88**). — Hallier : *Pleospora herbarum* (?).

25° Flacherie des vers à soie.

Recherches de Pasteur. Des différents microbes que l'on trouve

dans cette maladie et en particulier du *Micrococcus Bombycis*.

26° Gangrène traumatique du cheval.

Présence des bactéries dans le sang des chevaux atteints de cette affection; SIGNOL.

27° Lèpre tuberculeuse ou éléphantiasis des Grecs.

Travaux de HANSEN, **de** HEIBERG, **de** BIDENKAP, **de** WINGE, **de** KLEBS, **de** NEISSER (de Breslau), **de** COHN, **de** EKLUND, **de** ARMAUER, **de** GAUCHER **et** HILLARET, **de** CORNIL **et** SUCHARD. — **Le microbe est un *Bacillus*.**

28° Morve et Farcin.

Observations de CHRISTO **et** KIENER, **de** CHAUVEAU, BÉDOUIN, **etc.** ***Micrococcus?*** **De la virulence morveuse** : G. COLIN, GALTIER; **nouvelles expériences de** G. COLIN **sur la transmission de la morve des solipèdes au lapin.**

Morve et farcin spontanés, c'est-à-dire se développant sans intervention de microbe : BONNAUD, CHÉNIER, TABOURIN, DELAMOTTE, **etc.**

29° Mycose intestinale.

Cfr. : SHUPPEL, WAGNER, LŒUBE **et** MULLER, BUCKARD.

30° Ostéomyélite.

« Si j'osais m'exprimer ainsi, je dirais que, dans ce cas, tout au au moins, l'ostéomyélite a été un furoncle de la moelle des os. » (PASTEUR.)

31° Peste bovine.

Typhus des bêtes à cornes, Cattle-plague des Anglais; Renderpesta des Allemands.

Les microbes. — Leurs ravages : BOULEY.

32° Péripneumonie.

Recherches de LENGLEN, **de** WEISS **et** ZURN, **de** CAPITANI **et** FRANCHESCHI, **de** WILLEMS, BRUYLANTS **et** WERRIEST, **de** HALLIER, **de** BOULEY, LEBLANC **et** MATHIEU. **Observations de** POINCARRÉ.

33° Phthisie ou tuberculose.

Hippocrate affirmait la contagiosité de la phthisie pulmonaire, et, depuis, bien des autorités médicales furent de son avis; de tout temps, en effet, on a cité des cas dans lesquels on voyait une femme

saine, bien portante, *gagner* la phthisie à soigner son mari *malade de la poitrine*, et *vice versâ* un mari, ne présentant aucune prédisposition constitutionnelle ou héréditaire, devenir tuberculeux et succomber sans autre cause apparente que la cohabitation avec une femme poitrinaire. Mais, si la croyance en la contagiosité de cette terrible affection date des temps les plus lointains, ce n'est que dans ces cinquante dernières années qu'on a essayé de se rendre compte de la manière dont pouvait s'effectuer le transport de l'affection. On eut recours à l'inoculation.

Opinions contradictoires des observateurs : Albers; Klencke; Villemin; Colin; Lebert **et** Wyss; Simon; Burton-Sanderson;

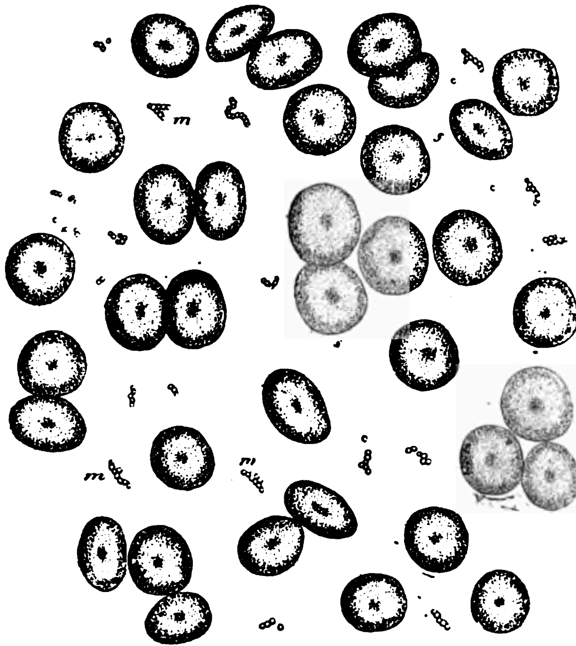


Fig. 89. — *Micrococcus*... Salisb., de la tuberculose, d'après une photographie d'E. Cutter.

Wilson; Fox; Waldenburg; Lebert, Crooq. **Nouvelles expériences** : Toussaint, Martin (H.), de Brunet, Giboux. — **Microbe du tubercule** : *Mycrozymas* **de** Béchamp **et** Estor. — *Micrococcus* **(fig. 89)** : Salisbury, Cutter. *Bacillus* : Koch, Ehrlich, Zan Ermengem. — **Voies d'introduction** : Colin, Chauveau, Toussaint, Peuch.

34° Plaies.

Observations de TIGRI, CHALVET, BOULOUMIÉ, NEPVEU. **Des pus colorés; du pus comme production microbiotique. Des Bactériens divers trouvés dans le pus.** *Micrococcus*, *Vibrio*, *Bacillus*, **etc.**

« Pour me résumer, je dirai que, en ce qui concerne l'influence des Bactéries sur les plaies elles-mêmes, nous ne savons rien encore de positif, puisqu'on trouve ces parasites à la surface des solutions de continuité qui marchent le plus rapidement et le plus sûrement à la guérison. Mieux renseignés relativement à la généralisation du processus et à l'infection de l'organisme par les produits formés à la surface de la plaie, nous ne pouvons nous dissimuler que beaucoup de nos données frisent de bien près l'hypothèse et qu'il serait imprudent de les accepter comme invariablement assises [1]. »

35° Pyohémie.

Cfr. : WIRCHOW, BERGMANN, PIORRY, BIRCH-HIRSCHFELD, RECKLINGHAUSEN, WALDEYER, REYNAUD (M.), HUETER, KLEBS, ORTH, BILLROTH, NEPVEU : *Micrococcus... septicus?*

36° Rougeole.

Observations de COZE ET FELTZ, *Bacterium;* **expériences de** SALISBURY.

37° Scarlatine.

Observations de COZE ET FELTZ : *Bacterium;* — **de** RIERS : *Bacterium punctum*, *B. catenula*, *Micrococcus*.

38° Septicémie.

On a nommé septicémie une affection morbide caractérisée par une altération particulière du sang, une sorte d'empoisonnement le plus souvent généralisé, s'accompagnant de fièvre et amenant la formation de pus dans les tissus et les vaisseaux sanguins, lymphatiques, les ganglions. De sorte qu'elle se présente sous des aspects multiples; l'infection purulente, la pyohémie, les abcès métastatiques, la fièvre puerpérale épidémique, etc., etc., n'en sont que des formes. Elle se produit parfois spontanément, mais, le plus souvent, même, elle se transmet par contact et par l'inoculation directe, telle que les piqûres anatomiques. On a beaucoup discuté aussi la nature de cette maladie; mais, malgré les nombreux travaux qui ont été faits sur ce sujet, on ne saurait encore trop se prononcer.

1. Magnin (A.), *Les Bactéries*. Thèse agrég. à la Faculté de méd. de Paris, 1876, pages 149 et suiv.

On considérait la septicémie comme un empoisonnement produit par le virus de putréfaction amenant, chez le malade, une sorte de *putrefactio ante mortem*, lorsque M. Sédillot, en 1849, fut amené, par une série d'expériences, à l'attribuer au développement et à la propagation d'éléments figurés. Mais cette opinion fût peut-être tombée dans l'oubli sans une discussion qui vint, incidemment, attirer l'attention sur la maladie septique. — M. Davaine venait d'annoncer que la Bactéridie (*Bacillus anthracis*) était constamment présente dans la maladie du charbon; or MM. Leplat et Jaillard, voulant vérifier les assertions de M. Davaine et reprenant ses expériences, arrivèrent à tuer les animaux par leurs inoculations, mais sans, pour cela, trouver à l'autopsie de trace de *Bacillus anthracis*. Donc, concluaient-ils, la Bactérie n'est pas la cause du charbon. Car le sang de rate est d'autant plus inoculable qu'il en contient moins. M. Tigri essaya de mettre les auteurs d'accord, en prétendant qu'il y avait Bactéries et Bactéries, que celles du charbon pouvaient être absentes, mais qu'il y en avait d'autres; malgré cela, on admit qu'il y avait deux charbons, l'un sans Bactéries, le plus terrible, l'autre avec Bactéries. Le premier fut appelé *maladie de la vache*. Cette maladie de la vache était la septicémie. Cette discussion fut le point de départ de travaux qui conduisirent à la confirmation de l'idée émise par M. Sédillot.

Recherches de Coze et Feltz, Davaine; **de** Hallier, Klebs, Orth, Tiegel, Frisch, Signol; **de** Brehm : *Microsporon septicum, Micrococcus septicus*.

Observations de Bert, Pasteur : **explication de la production de la putréfaction chez le vivant.** Pasteur, Joubert **et** Chamberland : **des corpuscules ou spores; vibrions.**

Expériences de Vulpian, Moxon **et** Goodhart, Wirchow, Béhier **et** Liouville, Semmer, Soubbotine, **etc., etc.**

Cette maladie, la septicémie ou putréfaction sur le vivant, n'est point une maladie unique; autant d'espèces de vibrions, autant de septicémies diverses, bénignes ou terribles!... Bien plus, grâce aux découvertes de M. Pasteur, on peut faire des combinaisons de maladies, des associations de fléaux. « Ce microphyte est le microbe générateur du pus; s'il s'associe avec le vibrion, il forme l'infection purulente. Seul il donne le bon pus... De même on peut associer la Bactéridie du charbon avec le microbe du pus, et l'on a la maladie charbonneuse purulente ou le vibrion... Toutefois, il ne faut pas

ajouter trop de l'un, car on peut étouffer la Bactérie du charbon. » « En résumé, on voit qu'à volonté on peut produire des infections purulentes exemptes de tout élément putride, des infections purulentes putrides, etc., etc. » La nosologie n'est que de la chimie... biologique !...

M. Birsch-Hirschfeld ne trouve point tant d'espèces de microbes dans le sang des septicémiques ; il y rencontre des *Micrococcus septicus*, et nul autre parasite. Cependant M. Toussaint semble en avoir découvert un nouveau.

Maladie à forme charbonneuse causée par un nouveau vibrion aérobie : TOUSSAINT.

A côté de cette théorie, dans laquelle on admet que le microbe est l'agent infectieux et pathogène, il y en a une autre qui, tout en reconnaissant l'existence ordinaire du microphyte, n'attache aucune importance à sa présence ; cela explique comment la maladie peut exister sans que le microscope révèle le ferment incriminé.

Observations de CHASSAIGNAC, BURTON-SANDERSON, CAVAFY, MORITZ-TRAUBE **et** GSCHLEIDEN, LIVON, HENROT.

Cette théorie nous conduit naturellement à une troisième, qui soutient que les Bactériens ne sont pour rien dans la maladie et que toute la virulence dépend du liquide ; cette opinion n'est autre que celle qui avait cours avant qu'on ait songé à faire intervenir des parasites. Les uns, comme MM. Billroth et Weber, croient que le principe peut devenir gazeux ; d'autres, comme MM. Panum et Bergmann, pensent qu'il reste liquide, qu'il est azoté, résistant à une température de 100°, traversant les filtres, soluble dans l'eau et les humeurs. MM. Zuelzer et Sonnenschein l'isolent et reconnaissent en lui un alcaloïde : la *sepsine*, ce que confirment, d'autre part, les recherches de Riemschneider, d'après lesquelles on aurait ainsi un alcaloïde analogue à l'atropine et pouvant par conséquent former des sels... Ne seraient-ce point ces composés que MM. Brouardel et Boutmy ont rencontrés dans les cadavres et qu'on nomme *ptomaïnes* ?

39° Syphilis.

Le *Crypta syphilitica* et le *Crypta irregularis* ont été trouvés par M. Salisbury dans la syphilis. Le *Crypta irregularis* se rencontre dans le pus des ulcérations de la membrane uréthrale et jusque dans la vessie. Il se présente en de longs filaments plus ou

moins enroulés, renflés par endroits, se divisant à la manière des *Leptothrix*, accompagnés de spores qui se montrent sous forme de *Micrococcus*. Le *Crypta syphilitica* se rencontre aussi dans l'ulcère chancreux, soit sous forme de spores, soit sous forme de filaments plus ou moins roulés en spirale. M. Salisbury a suivi le développe-

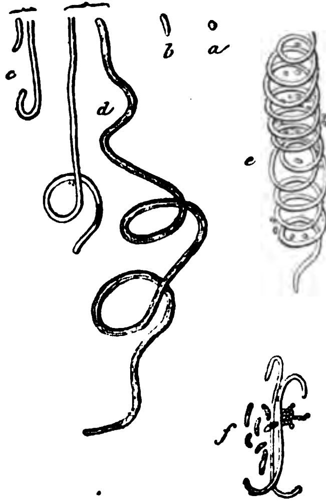


Fig. 90. — *Crypta syphilitica* SALISB. d'après M. Salisbury.

ment de ces spores (*Micrococcus*) et les a vus s'allonger et parfois se sectionner. Il a retrouvé spores et filaments dans le sang des malades, et parfois les uns et les autres sont enchevêtrés comme des embolies. Ce *Crypta* pénètre dans les tissus, les os et les cartilages, ce qui explique comment cette affection se généralise et devient constitutionnelle. Nous devons dire que, dès 1836, M. Donné avait attiré l'attention sur des *animalcules* qui se produisaient dans les sécrétions dues à un travail inflammatoire des organes génitaux.

40° Sueurs des pieds.
Observations de G. THIN. *Bacterium fœtidum.*

41° Ulcères putrides. Pourriture d'hôpital.
Observation de LEBERT.

42° Typhus intestinal et typhus exanthématique.
Micrococcus **découverts dans le sang des personnes atteintes de cette maladie par** HALLIER.

43° Variole chez l'homme.

Travaux de Seigneurgens, **de** Serres, **de** Coze **et** Feltz : *Bacillus Ulna, Bacterium Punctum;* **de** Baudoin, **de** Lugenbühl, **de** Weigert, **d'**Hallier, **de** Brouardel, **de** Cohn : *Micrococus;* **de** Salisbury : *Ios variolosa, vacciola.*

44° Variole chez les animaux.

L'espèce humaine n'est pas la seule à jouir du privilège d'être atteinte et parfois décimée par cette terrible maladie : on la rencontre chez les moutons sous le nom de *clavelée*, chez les oiseaux sous le nom de *picotte;* chez le cheval, c'est l'*équine* ou pour les Anglais *horse pox;* chez la vache, c'est la *vaccine* en France et le *cow-pox* en Angleterre; le porc aurait aussi la petite vérole, et l'on pense que la *maladie des chiens* n'est pas autre chose, etc. On comprend que nous n'insistions pas, d'autant que les auteurs qui ont décrit ces maladies se sont contentés d'accuser vaguement des Schizophycètes sans les déterminer. Mais l'étude comparée de ces questions a une portée extrême, et, depuis que l'on conclut des recherches sur l'animal à ce qui se passe chez l'homme, la science vétérinaire devient une branche de la médecine humaine.

A ce point de vue, relevons, d'abord, en passant l'affirmation de M. Jolyet que, dans la variole des oiseaux, le microbe habite *non le sang*, mais la lymphe, et appesantissons-nous un peu sur l'étude de la variole de la vache ou vaccine et celle des moutons.

Vaccine.

C'est la petite vérole des animaux de l'espèce bovine (*cow*, vache; *pox*, vérole); elle ressemble à notre petite vérole : c'est une maladie pustuleuse et contagieuse par inoculation. On a prétendu qu'elle n'est pas spontanée chez la vache et qu'elle lui est communiquée par le cheval, et pour cela on s'est appuyé des observations de Jenner : « *There is a disease to which the horse, from his state of domestication, is frequently subject,* » et plus loin : « *Thus the disease makes it progress from the horse to the nipple of the cow, and from the cow to the human subject.* » C'est une maladie à laquelle le cheval domestiqué est souvent sujet... Cette maladie passe du cheval à la mamelle de la vache et de la vache à l'homme. » On a fort discuté, depuis Jenner, sur certains détails de ces affirmations; mais ce serait sortir de notre sujet que d'insister; il nous suffit de savoir qu'il est démontré que, lorsque le cow-pox a été transmis à l'homme par inoculation et s'est développé, chez lui, sous forme de

maladie légère, le corps est devenu par cette seule raison inapte à la contagion de la petite vérole, et, d'autre part, que le horse-pox peut en effet, inoculé à la vache, donner à celle-ci le cow-pox. Voici en quoi ces conclusions sont importantes : la considération qu'en se soumettant volontairement et par précaution au désagrément d'une maladie bénigne on s'assure contre une maladie mortelle quelquefois, mais toujours grave, a donné lieu à la pratique de la vaccination. On prend dans la pustule de cow-pox un peu du liquide qu'on nomme *vaccin*, et on l'inocule par piqûre aux enfants, de préférence; après quelques jours d'un malaise léger, l'immunité est gagnée. Le cow-pox est une maladie rare, de telle sorte qu'on a rarement le moyen de vacciner directement avec du vrai cow-pox; mais on a remarqué que le vaccin pouvait se transmettre de l'homme à l'homme, d'enfant à enfant, en ayant soin de le puiser vers le cinquième ou sixième jour de l'inoculation. On a donc eu la ressource de la vaccination de bras à bras. Après la vaccination de la vache à l'enfant, cette méthode est la plus certaine; toutefois elle n'est pas toujours applicable; alors le vaccin est desséché entre deux lames de verre, ou gardé dans des tubes, où on le reprend au moment du besoin; il conserve encore ses propriétés. Cependant, le virus s'use par ses transmissions successives, et son activité finirait par disparaître; il faut donc qu'il soit renouvelé. Autrefois, on était réduit à attendre patiemment qu'un cas de cow-pox se déclarât spontanément, chose rare, nous l'avons dit; maintenant qu'on a reconnu la réalité des rapports qui existent entre le cow-pox et le horse-pox, on possède une ressource nouvelle et précieuse, puisque l'équine (*equus*, cheval) est plus fréquente que la vaccine. Etant donc donné un cas de horse-pox, on peut, par inoculation sur la vache, refaire du cow-pox et ainsi renouveler ses provisions de *vaccin*.

On a fort discuté la composition du virus vaccinifère qui se trouve dans la vaccine provoquée. M. Chauveau, dès 1868, l'analysait et trouvait qu'elle était composée : 1° d'une lymphe, 2° de *granulations élémentaires*. La lymphe est regardée par lui comme indifférente, inoffensive, elle n'entre pour rien dans l'action morbifique du virus. Les granulations élémentaires qui nagent dans la lymphe accaparent, au contraire, toute l'activité de vaccin. Pour M. Chauveau, ces granulations d'origine protoplasmique ne peuvent être confondues avec nos *Micrococcus*, *Bacterium* ou autres microbes. « Au lieu de constituer des êtres indépendants, doués d'une vie propre, les virus vrais peuvent être le produit du protoplasme des cellules irri-

tées par le contact de la matière infectante. » Depuis ses premiers travaux, M. Chauveau a fait passer ses granulations protoplasmiques au rang de ferments figurés; mais il n'en faut pas moins comprendre que les *corpuscules* sont pour lui différents des *Micrococcus* des auteurs. Ils sont différents surtout de ceux que M. Hallier

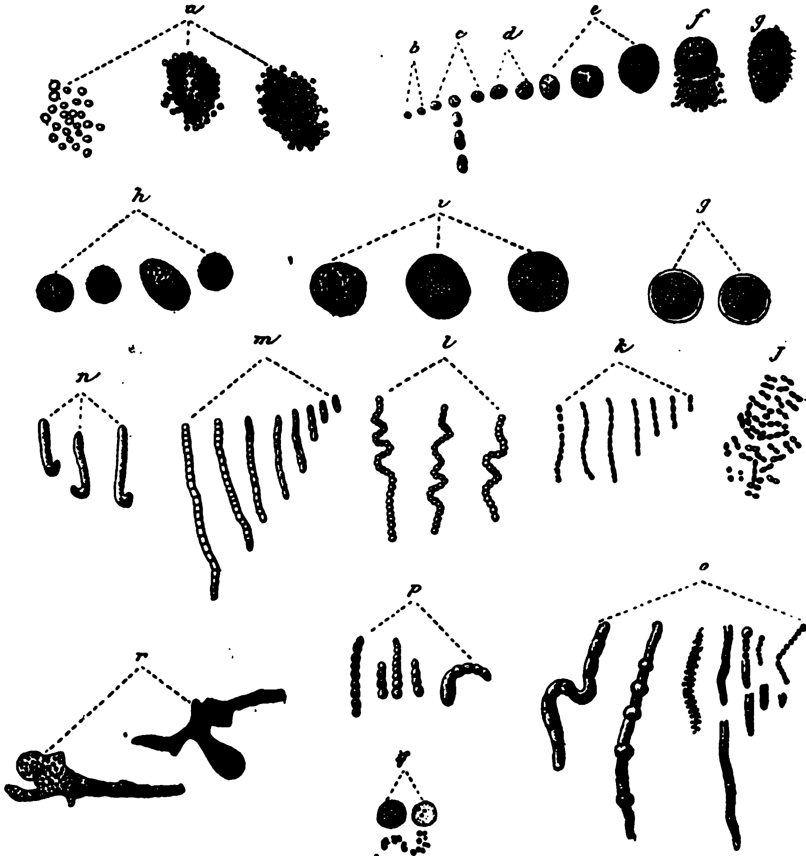


Fig. 91. — *Ios vacciola* Salisb., à divers états de développement, d'après M. Salisbury.

signale dans le vaccin et qui seraient munis d'un appareil caudal très délicat et qu'il a vu réunis en forme de bâtonnets allongés qu'on retrouve dans la lymphe, les canaux lymphatiques et les ganglions. Peut-être sont-ce ceux signalés par M. Kerber et par M. Jacob; mais ils paraissent différer des organismes rencontrés par M. Stropp. Ils se distinguent surtout de ceux décrits, en 1868, par M. Salisbury sous le nom de *Ios vacciola* (fig. 91) microphyte, dont le début

correspondrait au *Micrococcus* et qui ressemble aussi aux spores du microbe de la variole. Ces *Micrococcus* seraient engendrés dans des sacs (que l'auteur appelle des zoospores), ils se rendraient libres en les déchirant. Ces zoospores se développeraient quelquefois dans les cellules de l'épiderme. Les spores (ou *Micrococcus*...) se disposent par fils ou par chapelets qui restent plus ou moins droits ou se contournent de différentes façons, puis prennent la forme de filaments cylindriques à contenu homogène. Dans les croûtes, l'auteur a trouvé des filaments renflés de distance en distance, très gros, à côté de filaments filiformes. Pour M. Salisbury, le *Ios vacciola* ne serait qu'un état de l'*Ios variolosa-vacciola*, qui ne se montrerait qu'au cas où la variole est inoculée à la vache.

Il résulte des recherches de M. Maurice Raynaud que, contrairement à ce qu'annonce M. Chauveau, l'élément vaccinal se rencontrerait dans la lymphe et que ce serait elle qui serait la partie active du virus et produirait l'immunité recherchée par la pratique de la vaccination.

Variole des moutons. Clavelée.

Expériences de Chauveau. **Culture du microbe, inoculations par** Toussaint.

En terminant cette longue énumération qui ne pouvait, ici, qu'être un programme succinct, rappelons ce que nous avons dit en commençant. « Nous n'entendons ni appuyer les faits énoncés, ni les révoquer en doute; quelle que soit la source d'où ils puissent provenir, le nom des inventeurs reste leur garantie vis-à-vis du lecteur. Qu'on se garde, toutefois, d'un jugement trop précipité; c'est ici surtout qu'on doit se dire que le vrai peut être invraisemblable et qu'il est utile de se rappeler que c'est le vraisemblable qui conduit aux inductions les plus erronées. Au reste, chacun a besoin d'indulgence, et tel qui accuserait son prochain d'avoir une foi robuste pourrait bien lui-même ajouter créance à des erreurs encore plus grossières. »

Art. II. — Physiologie.

Dans l'étude que nous avons à faire des phénomènes physiologiques qui caractérisent la vie des Schizophycètes

que nous avons passés en revue, nous adopterons le plan que nous avons suivi pour celle des Schizomycètes. Du reste, dans l'ensemble, ces phénomènes ont la plus grande analogie; on peut même dire que cette analogie va souvent jusqu'à l'identité; car si les Schizophycètes, perdant leur chlorophylle, sont devenus les associés des Champignons comme destructeurs et comme ferments, les Schizomycètes ont bien souvent partagé les habitudes des Schizophycètes, se sont fait une vie aquatique et ont été jusqu'à se transformer à tel point que beaucoup encore, sans doute, sont égarés dans un casier de classification qui n'est pas le leur. Quel est le naturaliste qui, dans l'état actuel de la Science, se chargerait de distinguer, sous le microscope, ceux qui deviendront des Algues de ceux qui deviendront des Champignons, lorsque souvent ce serait beaucoup demander que de ne pas confondre ces *Micrococcus* avec les corpuscules inorganiques qui sont mélangés avec eux?

C'est dans de telles conditions que se poseront à nous des questions telles que celles de l'origine des Bactériens, de leur culture, de leur spécificité, etc., questions intéressantes si on les considère seulement dans leurs rapports avec les fermentations chimiques, mais qui deviennent d'un intérêt capital, quand on les transporte dans le domaine des fermentations pathologiques, car on sent que, là, elles sont appelées à donner la clef des phénomènes physiologiques telles que les vaccinations, les immunités, les contagions, les virulences, etc., etc. Existe-t-il des *contagium vivum*, s'il n'existe que des réformes en hygiène? Mais aussi, s'ils existent, d'où viennent-ils, où vont-ils? Qui les a engendrés? Sortent-ils des milieux tout armés? Il faut le savoir, il y a, là, des descendants dont il faut rechercher la parenté; c'est urgent, c'est indispensable, le sort des sciences médicales

dépend de la solution qui sera trouvée. La tâche est pénible, entourée de difficultés de toute espèce.

§ I. — Étude du protophyte.

« Tous, dit M. Nægeli, sont constitués par des cellules courtes, qui, avant la segmentation, sont une fois et demie plus longues que larges, et qui, après la segmentation, ont une longueur égale seulement aux trois quarts de la largeur. Tous se montrent tantôt mobiles, tantôt immobiles. Ils ne diffèrent les uns des autres que par l'inégalité de la taille et par ce fait que les cellules peuvent, après la segmentation, se séparer les unes des autres ou bien rester unies en bâtonnets et en filaments droits ou contournés en spirale. »

Lorsqu'on considère isolément des *Bacterium*, des *Micrococcus*, des *Bacillus*, des *Vibrio*, etc., etc., la première opinion que l'on se fait est que chacune de ces formes représente un genre bien nettement séparé des autres; il semble, en effet, difficile par exemple de réunir les *Vibrio* et les *Bacillus*, les *Micrococcus* et les *Spirillum;* de même aussi lorsque, sous le microscope, l'on voit s'agiter des *Micrococcus* ou des *Bacillus* de taille et de forme différentes, la première idée qui vient est de considérer chacun comme une espèce. Que dirons-nous si nous considérons les microphytes agrégés en chapelets ou chaînettes (*Torula*), ceux qui sont plongés dans une masse glaireuse (*Zooglæa*), ces autres qui vivent en familles (*essaims*), ou encore ceux qui forment des filaments libres, flottants (*Mycothrix, Leptothrix, Streptothrix*) ou enchevêtrés à la surface des liquides, donnant des voiles irisés, fragiles (*pellicules*), ou plus ou moins épais (*Mycoderma*). De plus, il y en a qui sont droits, régulièrement cylindriques, d'autres courbés, d'autres brisés ou spiralés, ceux-ci renflés en toupie ou en fuseau; il y en a de colorés et d'autres incolores; les uns se terminent brusquement aux deux bouts; ceux-ci s'étirent et portent des cornes, des queues, des panaches; ajoutons que tous s'agitent, courent, marchent, sautent et tressautent pour s'arrêter et reprendre leurs jeux. Il semble donc qu'on peut admettre que chaque microphyte doit être regardé à coup sûr comme autonome, quand il présente, réunis, un certain nombre de ces caractères différentiels.

Observations de Koch sur le *Bacillus anthracis;* de Trécul, Nylander, Van-Tieghem sur l'*Amylobacter;* de Ray-Lankester, de

COHN sur le *Clathrocystis* (fig. 92); de WARMING sur le *Bacterium sulfuratum*. Assertions de LUEDERS et SCHAFFHAUSEN; de COLIN, ROBIN, HOFFMANN, MAGGI, CRUVELLI sur les *Leptothrix* et les *Leptomitus*.

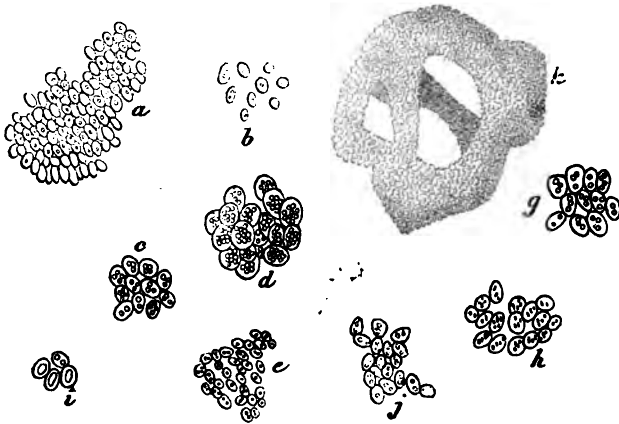


Fig. 92. — *Clathrocystis æruginosa* COHN, d'apres M. Warming.

D'après ces considérations, on admet que tout ce qui pouvait être réputé, à simple vue, comme des espèces ou comme des genres, ne peut être considéré que comme des formes déterminées par l'action des milieux : *Micrococcus, Zooglæa, Leptothrix, Bacterium, Vibrio, Spirillum, Mycoderma* ne sont que des phases de végétation de types, peu nombreux sans doute, mais, à coup sûr, encore indéterminés. Nous étions arrivés pour les Schizomycètes aux mêmes conclusions, et nous avions vu les mêmes conditions extérieures amener des formes tellement analogues que cette considération n'a pas été sans peser d'un grand poids sur l'esprit de ceux qui se sont décidés à ranger tous ces Cryptogames inférieurs dans un même groupe sous le nom commun de Schizomycètes.

M. Billroth a trouvé le moyen de simplifier encore la classification des Schizophycètes pathogènes.

Recherches sur les formes de végétation du *Coccobacteria septica*.

Une telle simplification n'est point du goût des chimistes qui font de la médecine, ni de celui des médecins qui ont tourné au chimisme.

Habitués par leurs études à classer les corps d'après leurs réactions, ils ont transporté cet ordre d'idées dans la classification des Bactériens zymogènes ou pathogènes. Au reste, l'application est facile : le *Micrococcus* est-il dans l'urine, on dit *M. ureæ;* se montre-t-il dans la septicémie, *M. septicus;* dans la vaccine, *M. vaccinæ*. Cette Science est à la portée de toutes les intelligences. De plus, une telle méthode a un grand avantage : elle permet à ceux qui la soutiennent de réclamer à leur actif tous les cas où la fermentation se produit et de ne point admettre à leur passif ceux où elle n'a pas lieu. Les partisans de la théorie vitale oublient trop souvent que le microphyte vit aux dépens du milieu, et que le milieu commande au microbe bien plus souvent qu'il est commandé par lui. Loin d'être tout dans la fermentation, comme ils semblent le croire, souvent il n'est qu'un accessoire et peut-être, même, un produit.

Composition chimique. Dimension. Coloration. Phosphorescence : FABRICIUS, NUESCH, BANCEL et HUSSON. — **Mouvements; cils** : EHRENBERG, COHN, DALLINGER et DRYSDALE, WARMING, KOCH, COSSART-EWART. — **Structure** : HOFFMANN, COHN, WARMING, ROZE, VAN-TIEGHEM. — **Vitalité : antiseptiques et antiputrides** : DÉCLAT et LISTER.

Mais on ne peut dire d'eux : « Morte la bête, mort le venin. » Quand ils se trouvent gênés par les conditions d'existence qu'on leur fait, ils se transforment en cellules dormantes, et, sous cette forme de *cystoblastions*, de *germes brillants*, etc., ils sont indestructibles, presque, impérissables, pour ainsi dire; non seulement ils résistent à tous les agents qu'on déchaîne contre eux, mais, s'il faut en croire certaines observations, ils puisent dans ces tracasseries une activité nouvelle et une plus grande énergie d'action; de telle sorte qu'ils se perpétuent d'âge en âge, malgré tous les efforts qu'on peut faire pour en détruire l'espèce. Ozanam et Guérard rapportent des faits qui tendent à prouver que les restes d'individus morts de la variole depuis vingt ou trente ans conservent les *Micrococcus* intacts et encore en état de propager la maladie. Guersant et Blache prétendent que, par contre, le microbe du vaccin meurt avec l'individu qui le porte. Contradiction qui doit bien gêner ceux qui prétendent que le *Micrococcus* du vaccin n'est autre que celui de la variole.

Pour échapper à la mort, ils s'enkystent, se transforment en germes brillants. C'est du moins la théorie de M. Pasteur; elle n'est pas

admise par tous les savants. « Les « spores » sont donc, dit M. Léwis, des organismes extraordinaires, puisqu'elles résistent à des influences destructives de toute forme de vie végétale et animale. Il est vrai que ce pouvoir merveilleux est, en général, reconnu aux « germes invisibles » ; mais ces « spores » sont les seuls corps visibles chez lesquels cette vitalité persistante ait été reconnue par d'éminentes autorités. Cependant, comme il a déjà été démontré par le Dr Cossart-Ewart qu'elles ne sont pas plus exemptes de la « tendance à la mort » que les autres organismes de même sorte, voyant qu'elles ne peuvent supporter ni l'action de l'oxygène comprimé, ni celle de l'eau bouillante, il est probable que MM. Pasteur, Koch et leurs adhérents trouveront encore à appliquer la doctrine présentement à la mode et certifieront que, bien que les spores puissent être mortes, leurs « germes invisibles » vivent encore et peuvent, sous l'influence de circonstances favorables, réapparaître. »

§ II. — Etude des milieux.

Ce que nous venons de dire de l'impressionnabilité des Schizophycètes suffirait à démontrer de quelle importance sont pour eux les influences des milieux dans lesquels ils sont appelés à vivre. En admettant même, avec certains naturalistes, le rôle prépondérant du microbe, on est obligé de reconnaître qu'il n'est pas tout, mais qu'il est soumis aussi bien que les organismes supérieurs, et peut-être plus que les organismes supérieurs, à l'action de conditions extérieures; ce sont les milieux qui décident de leur sort; leur vie, leur mort, leurs transformations sont à la merci des milieux; tout dépend d'eux. La meilleure preuve que nous en puissions donner est celle même que nous fournissent les partisans les plus déterminés des microbes, car c'est sur ces considérations qu'ils ont basé leurs cultures. Chimiste avant tout, M. Pasteur et ses élèves ont poussé l'art des cultures de microphytes à un degré remarquable. Ils sont arrivés par des tâtonnements nombreux, mais toujours scientifiquement dirigés, à composer des sols fermentescibles et des conditions de chaleur, d'électricité, de lumière, tels qu'ils peuvent, à coup sûr ou à peu près, du moins ils le prétendent, se procurer tel ou tel microphyte, à l'exclusion de tous les autres. Tel l'agriculteur qui sur un sol couvert d'herbes diverses, à l'aide de sarclages, de labours, d'engrais savamment combinés et d'amendements appropriés, arrive à chasser toutes les importunes et à ne

conserver que celle à laquelle il s'intéresse. Quand il s'agit de plantes phanérogames faciles à reconnaître, l'œuvre est déjà difficile ; mais il faut reconnaître quelle l'est bien autrement quand on a affaire à des plantes qu'il faut grossir des centaines de fois au microscope pour les rendre apercevables. Aussi ne saurions-nous trop admirer l'adresse, le savoir et l'habileté que les chimistes ont dû déployer pour mener à bonne fin des défrichements d'une telle nature.

Culture des Bactéries : Pasteur, Roux, Duclaux, Toussaint, Salomonsen, Bœhlendorf, etc., etc.

Certains physiologistes vont plus loin encore et font jouer aux milieux ambiants un rôle bien autrement considérable. En effet, si l'on considère que, d'après ce qui vient d'être dit, lorsque les éléments du sol fermentescible, d'une part, et, de l'autre, les agents impondérables sont combinés de certaines façons nettement déterminées, on rencontre d'une manière constante les mêmes microphytes, souvent même alors qu'on ne les a pas ensemencés, on se trouve amené à se demander si les milieux ne les ont pas engendrés de toutes pièces. Hypothèse audacieuse, mais hypothèse que, jusqu'à ce jour, n'ont pu renverser celles, non moins hasardées, que les partisans de la doctrine opposée sont obligés d'échafauder pour expliquer la *présence réelle des microbes sous les espèces de l'air et de l'eau.*

Nous aurons à examiner successivement, de même que pour les Schizomycètes : 1° les aliments, 2° les impondérables.

A. — Aliments.

Les Schizophycètes, pour vivre et se développer, doivent rencontrer autour d'eux tous les éléments qui entrent dans leur composition ; mais, comme il nous a été impossible d'en faire l'analyse exacte, ce n'est que par *à peu près* que nous pourrons décider quels sont les aliments qui leur sont indispensables. Néanmoins, nous savons qu'ils sont composés de protoplasme associé en proportions variables à des matières ternaires qui entrent, en partie, dans la constitution de leur enveloppe et de la gangue mucilagineuse plus ou moins abondante qui les accompagne. On peut donc inférer de toutes les observations faites qu'ils ont besoin d'aliments azotés et d'aliments hydrocarbonés ; les cultures ont démontré, de plus, qu'ils

utilisaient les matières minérales. Ces différents aliments unis à l'eau constituent la matière fermentescible, le sol. Il faut ajouter, comme pour les Schizomycètes : l'air atmosphérique.

a. — Air atmosphérique.

Sur les trois éléments qui composent l'air atmosphérique, l'acide carbonique n'est sans doute point utilisé, puisqu'il n'y a point de chlorophylle; l'azote paraît leur être, à l'état gazeux, aussi indifférent qu'il l'est à toutes les autres plantes; reste l'oxygène.

Opinion d'Hoffmann, de Toussaint, de Grossmann et Mayerhauser. Action de l'air comprimé, expériences de Bert, etc.

b. — Matières fermentescibles.

Elles sont composées des différents aliments dissous dans l'eau.

Eau. — Les Schizophycètes contiennent approximativement 75 à 80 0/0 d'eau, d'où l'on peut conclure que l'eau est pour eux un élément indispensable à l'accomplissement de leurs fonctions et à leur multiplication. Ce milieu leur est, peut-être, plus urgent qu'aux Schizomycètes, car, il ne faut pas l'oublier, ces microphytes sont les premiers rudiments des Algues dont l'eau est l'élément naturel; ils ne peuvent s'accommoder des milieux où les Schizomycètes pouvaient parfois se plaire; ils ne se contentent pas, en général, d'une petite quantité de liquide ou simplement d'air imprégné de vapeur d'eau. Aussi, lorsque cet aliment n'est plus en quantité suffisante, la nutrition s'arrête, la multiplication cesse, et, si la dessiccation survient, les Bactéries disparaissent tout à fait, ou bien font place à des *germes brillants* plus résistants aux actions extérieures. Il peut arriver cependant, comme l'a vu M. Eidam pour le *Bacterium Termo*, qu'elles se dessèchent en conservant la propriété de revenir à la vie et de reprendre leurs fonctions interrompues, dès que l'eau leur est restituée en proportion suffisante. C'est ce qui arrive tous les jours pour le *vaccin*, qui peut être conservé à l'état de dessiccation complète pendant des années et qui, humecté et ensuite inoculé, produit l'éruption comme si rien ne fût venu suspendre ses fonctions.

c. — Carbone.

Les Bactéries contiennent du carbone; elles se le procurent en agissant sur les matières hydrocarbonées qu'elles rencontrent.

L'*Amylobacter* est fort remarquable à ce point de vue, car non seulement il use des matériaux hydrocarbonés pour son propre développement, mais on peut facilement saisir une période de sa vie pendant laquelle il emmagasine les hydrates de carbone qui serviront plus tard aux générations futures; c'est même à la constatation de ce fait qu'il doit son nom. M. Mitscherlisch a vu que les Schizophycètes s'assimilent le carbone du sucre de canne, de la glycérine, du sucre de lait, etc. M. Pasteur les a vus se développer dans les lactates et M. Cohn dans du succinate d'ammoniaque. Quand on les cultive dans du tartrate d'ammoniaque, c'est l'acide tartrique qu'ils décomposent.

d. — Azote et éléments minéraux.

En voyant les Bactériens paraître et se développer de préférence dans les matières protéiques, on en a inféré, naturellement, que c'étaient là leurs aliments de prédilection; aussi, pour les cultures, choisit-on des liquides chargés de ces matériaux : urine, bouillon, etc. — Mais par des études chimiques suivies et à la suite de tâtonnements nombreux, on a pu s'affranchir de la nécessité d'introduire, toujours, dans les solutions artificielles destinées aux cultures des microbes, des substances organiques. On leur a offert l'azote sous forme de tartrate d'ammoniaque. M. Pasteur a ainsi composé une solution composée de : eau distillée, 100; sucre candi, 10; tartrate d'ammoniaque, 1, et cendres de levure, 0,075. — Dans ce milieu où tous les composants sont des inorganiques et des inorganisés, les Bactéries se développent avec une rapidité telle qu'on croirait assister à une genèse spontanée. Le liquide de M. Cohn est plus simple encore; le sucre a été supprimé, et l'on a : eau distillée, 1; tartrate d'ammoniaque, 1; cendres de levure, 1. — Les cendres de levure peuvent même être remplacées par de simples produits chimiques. M. Mayer emploie ainsi une solution formée de : eau, 20; phosphate de potasse, sulfate de magnésie cristallisé, phosphate de chaux tribasique, de chaque 0 gr. 10.

Ainsi donc, les aliments nécessaires à la vie des Schizophycètes, c'est-à-dire à l'entretien et à la multiplication du protoplasma et de la matière mucilagineuse, sont tirés : 1° l'azote, de la décomposition de l'ammoniaque, ou des principes protéiques organiques; 2° le carbone, des hydrates de carbone, glycoses ou des acides organiques; 3° l'hydrogène, de l'eau ou bien de ces mêmes hydrates; 4° l'oxygène, de l'air libre ou de l'air dissous et peut-être, accidentellement, d'une

autre source, ainsi que nous le verrons. 5° Les sels terreux, les sulfates, les phosphates donnent les matières inorganiques, et aussi le soufre et le phosphore. L'eau contient tous ces matériaux, et le tout forme le *sol fermentescible*.

Le sol fermentescible dont les modifications nous intéressent le plus, sans contredit, est l'économie animale. Bien des microbes s'y rencontrent, ainsi que nous l'avons vu, et s'y démasquent à des instants fâcheux où leur présence peut être incriminée et faire penser qu'ils sont les causes des accidents qui se montrent. D'autres physiologistes ou nosographes, les innocentent, au contraire, et les regardent comme des *effets* et non comme des *causes*. La vérité est sans doute dans les deux opinions; nous verrons plus tard pourquoi; pour l'instant, nous les considérerons comme *causes*, c'est-à-dire comme des parasites entraînant, par leur développement dans les tissus et les humeurs, les accidents qui constituent les maladies.

Ce que nous avons dit plus haut de l'influence des milieux est en tout applicable au *milieu animal*. Nous nous expliquons. Un germe de maladie, de variole par exemple, est apporté par les airs; se conduira-t-il de la même façon sur tous les organismes qu'il rencontrera? Non certainement, car le sol fermentescible animal, bien plus encore que le sol fermentescible chimique, est sujet à variations, quoiqu'en apparence toujours complètement semblable à lui-même; il y a là une infinité de conditions qui pourront faire que ce germe ou que ces germes restent inertes et que la variole ne se reproduise pas. La panspermie pourrait donc être parfaitement réelle sans que, pour cela, on doive s'en inquiéter outre mesure. Un terrain non préparé pour recevoir la variole ne la gagnera pas, quelle que soit la quantité de *Micrococcus* dont il sera assailli. On sèmerait aussi vainement du blé sur l'asphalte des Champs-Elysées. Par contre, si un organisme est prédisposé, c'est-à-dire se trouve dans des conditions telles que le microbe y trouve un sol aussi bien préparé, aussi favorable que possible, le moindre microbe qui, d'aventure, passera à portée d'action s'implantera et deviendra le point de départ d'une culture des mieux réussies, si bien même, parfois, que le sol épuisé succombera. Bien plus, dans ce cas, la spontanéité de l'affection est telle qu'on est presque en droit de nier la nécessité de l'intervention du microbe, les actions qui se sont passées dans l'organisme pour le préparer à la maladie l'ayant mis dans un état tel, que l'on s'étonne qu'il se trouve des gens pour en chercher la cause ailleurs et pour incriminer les microphytes.

Entre ces deux cas extrêmes, il y a des intermédiaires; le sol est

préparé, mais incomplètement, il y manque bien des conditions accessoires, et, comme le microbe est de nature difficile, il pourrait bien se faire qu'il ne s'en accommodât pas ; alors un seul individu ne suffit plus, il en faut un grand nombre; beaucoup succombent sans doute; mais, avant, ils ont préparé les voies, ils ont terminé l'aménagement, fatigué l'organisme, en sorte que les survivants finissent par occuper la place.

Expériences de Chauveau sur les Virus.

B. — Impondérables.

a. — Action de la température.

C'est une des questions les plus intéressantes à étudier que celle de l'influence de la température sur les Schizophycètes. La chaleur est l'agent qui a servi de tout temps aux physiologistes pour décider les questions de panspermie ou de spontéparisme. Depuis Spallanzani, on chauffe, on flambe, on brûle, on calcine; lorsque, malgré tout cela, les Bactéries apparaissent encore, on *re*chauffe, on *re*flambe, on *re*brûle, on *re*calcine; le flacon, l'oxygène, l'hydrogène, le bouchon, les liquides, tout a été passé au feu successivement par tous les observateurs qui se sont succédé, et les adversaires n'arrivent pas plus à se convaincre que Spallanzani ne parvint à convertir Needham ou inversement que Needham ne convertit Spallanzani. Ceux qui assistent en éclectiques à la lutte disent avec M. Luerssen : « De même, on ne doit pas accorder foi aux affirmations que des Bactéries supportent des températures extraordinaires sans être tuées. Les Bactéries, étant des cellules végétales contenant du protoplasma, n'ont sous ce rapport aucun avantage réel sur d'autres cellules. »

L'obstination avec laquelle les microbes apparaissent dans les liquides, malgré les comburations qu'on leur fait subir, a été bien gênante pour les théories des panspermistes, et leur méthode d'élimination des germes par la chaleur eût tourné à leur confusion s'ils n'eussent trouvé d'abord la transformation en *germes brillants durables* qui, outre l'avantage qu'ils ont d'être invisibles, par conséquent virtuellement insaisissables, présents partout, ont celui de supporter des températures telles, précisément, qu'alors les milieux employés à l'expérimentation sont devenus impropres à la vie des organismes; de telle sorte que, lorsque l'opération s'est terminée,

les panspermistes regardent la stérilisation comme provoquée par la combustion des germes et que les hétérogénistes affirment qu'elle est due à l'altération des milieux. Dans les cas où, en ne portant pas la température aussi loin, la stérilisation n'a pas lieu, les panspermistes s'écrient : voyez, ce sont les germes! — tandis que les hétérogénistes répondent : — non pas ; ce sont les milieux ! si bien que, si l'on se refuse à croire à la genèse spontanée des germes, il faut croire à leur résurrection.

Résistance des Schizophycètes à la chaleur : PASTEUR, HOFFMANN, COHN, ROBERT, BREFELD, CHAMBERLAND, TYNDALL, MIQUEL, VAN-TIEGHEM. — **Température** *maxima* : SCHRADER, JOUBERT et CHAMBERLAND. **Les hautes températures non-seulement ne tuent pas les Bactéries, mais leur donnent un regain de vitalité. — Température** *minima* : COHN, FRISCH.

La sensibilité des Schizophycètes varierait, au reste, suivant les espèces (si tant est qu'il y en ait) ; aussi, ne peut-on en aucune façon faire de généralités sur l'action des différents agents ; c'est tout au plus s'il est possible de dire que la température qui semble la plus favorable à leurs actions oscille entre 20° et 40° ; M. Onimus a trouvé que c'était 35° [1].

Expériences sur le *Bacterium Termo* : EIDAM, FRISCH. — **Sur les** *Bacillus* : COHN, PASTEUR, DAVAINE.

Ainsi qu'on peut le voir par ce qui précède, l'accord n'est pas fait sur les conditions de stérilisation des milieux fermentescibles, et il est bien probable que, de longtemps encore, il ne pourra se faire. La taille si exiguë de ces êtres — et, d'après ce que nous avons dit, on admet leur transformation en germes brillants, cystoblastions, etc. — les rend si petits qu'ils échappent à tout contrôle ; il faudrait pouvoir en saisir quelques-uns et les porter directement aux températures indiquées, car, autrement, on ne saura jamais si, comme le prétendent les oviparistes, ce sont les mêmes qui revivent de leurs cendres ou si d'autres ne sont pas apparus, formés de toutes pièces à l'aide des éléments dissociés des Bactéries anciennes, comme le veulent les hétérogénistes.

1. Onimus, *Gazette hebdomadaire*, 27 nov. 1874.

b. — Action de la lumière.

L'influence des agents extérieurs et de la lumière, en particulier, semble être très marquée sur la manière dont fonctionnent certains Schizomycètes, ainsi, entre autres, les Sulfuraires des eaux minérales. Dès que la source est arrivée à une certaine distance du griffon et que les eaux ont pu être assez pénétrées par la lumière, on voit les Sulfuraires céder la place aux Algues vertes : Oscillaires par exemple. Lorsque l'on a affaire à des Schizophycètes qui restent réducteurs des sulfates à la lumière, on les voit se voiler de pigment rouge.

Expériences de Downes et Blunt. Observations de Toussaint.

c. — Action de l'électricité.

Recherches de Cohn et Benno-Mendelsohn.

d. — Action du mouvement.

Expériences et conclusions de Horwath.

§ III. — Etude des fonctions.

Comment les Schizophycètes se conduisent-ils avec les milieux, quelles fonctions accomplissent-ils et, par suite, quel rôle jouent-ils dans l'organisation générale des choses ? Ces questions sont différemment envisagées par les savants, et les solutions qu'ils en donnent, tout en paraissant plausibles les unes et les autres, sont tellement contradictoires qu'on est fort en peine si l'on veut se faire une opinion. Il est pourtant de toute importance qu'on soit renseigné ; le chimiste peut ne pas se passionner pour ou contre telle ou telle hypothèse ; la fermentation se fait, il peut se désintéresser de savoir le pourquoi ou le comment ; mais le pathologiste doit savoir d'où viennent, où vont et ce que font ces microphytes qu'on fait intervenir, à tort ou à raison, dans tant de maladies. Doit-il les regarder comme des effets, comme des produits, comme des épiphénomènes en un mot, ou bien sont-ils la cause *sine quâ non* de l'affection morbide ? Puis, s'il s'arrête à cette supposition, il faut qu'il recherche s'ils sont de simples messagers apportant par les airs ou par les eaux un *contage amorphe*, un virus soluble, dont ils se sont imprégnés dans leur passage à travers les milieux viru-

lents, ou bien s'ils sont eux-mêmes les bourreaux, les *contages vivants*, qui, s'abattant sur la victime, usent ses provisions et l'empoisonnent, encore, de leurs excrétions et, finalement, la tuent?

Opinions contradictoires : DAVAINE, PASTEUR, DUCLAUX, etc., etc.; DUJARDIN, ROBIN, ONIMUS, LEPLAT et JAILLARD, etc., etc.

Si l'on veut répondre à ces questions sans les approfondir, on prend, suivant l'inspiration, l'une ou l'autre des solutions; pour nous, il nous semble que, quelle qu'elle soit, l'inspiration est mauvaise, et cela parce que, malgré les apparences, les deux solutions ne s'excluent point, mais bien plutôt se complètent. Jusqu'ici, nous avons évité de nous prononcer sur cette question de savoir si l'on doit considérer comme causes ou enregistrer comme produits les microbes que l'on trouve dans les diverses fermentations chimiques ou pathologiques, nous nous sommes bornés simplement à constater leur présence *ordinaire*. Mais, actuellement, il nous faut pousser plus loin et, nous réservant d'examiner plus tard si les microbes peuvent être des épiphénomènes, des produits, voir s'ils peuvent, ce qui ne s'exclut nullement, être des *causes*. Il est important d'être fixé sur ce point de la vie de ces êtres, car, d'après l'hypothèse de M. Pasteur et de ses adeptes, beaucoup de maladies ne seraient que les résultats des dégâts apportés, dans l'organisme animal, par la lutte qui s'établirait entre les microbes envahisseurs et les microbes normaux.

Il nous faut, pour arriver à notre but, étudier : 1° les fonctions de nutrition ; 2° les fonctions de reproduction.

1° FONCTIONS DE NUTRITION.

La matière ne se créant pas, la somme des éléments qui composent les corps et les êtres existant à la surface de la planète ne varie pas ; ce qui change c'est le groupement des éléments, c'est-à-dire les associations. Qu'elles s'appellent eau, carbonate de chaux, microbe, chien ou homme, de nouvelles combinaisons d'atomes matériels ne peuvent se former qu'au détriment de combinaisons antérieures : les unes ne vivent que des autres, et Lucrèce a raison de dire : *Vita unius est corruptio alterius :* La vie sort de la mort ; mais, par un phénomène corrélatif, la mort est la nécessité fatale de la vie. Une combinaison, par le fait même qu'elle existe, est des-

tinée à disparaître dans un temps qui varie suivant les conditions extérieures. La mort des uns fait vivre les autres. La vie et la mort sont deux termes du mouvement des molécules et atomes enserrés dans les combinaisons qu'on nomme *corps organisés*. Les Schizophycètes ne font point exception à la loi générale ; ils décomposent les matières dites fermentescibles pour s'assimiler certains de leurs éléments et abandonnent le reste sous forme de matières fermentées. Les matières dont ils se nourrissent sont, la plupart du temps, des matières azotées ou sulfurées, en sorte que, lorsqu'ils les ont décombinées pour y prendre ce qu'il leur convenait, il reste comme résidu des gaz nauséeux ammoniacaux et sulfurés qui caractérisent la putréfaction. Ce qui explique pourquoi M. Cohn [1] les nomme *saprogènes*, les opposant aux moisissures dont il fait des *saprophytes*.

A. — Végétation.

Assimilation. Endosmose. Observations d'Hoffmann, de Cohn, de Grimm.

Respiration. Aérobiens et anaérobiens. La vie sans air chez les Schizophycètes et en particulier chez les Schizophycètes pathogènes. Pasteur, Hoffmann, etc. etc.

B. — Accroissement et multiplication.

Les actes d'absorption et d'assimilation se traduisent par l'accroissement des cellules et leur multiplication. La plupart du temps, les cellules se dissocient dès qu'elles se sont formées et se mettent à vivre en liberté, en restant plus ou moins écartées les unes des autres, parfois plongées dans la glaire (*Zooglœa*); mais certaines se soudent en plaques (*Sarcina*, *Clathrocystis*) ou en chapelets (*Torula*), en filaments (*Leptothrix*), qui au premier abord ne paraissent point cloisonnés, mais qui se brisent en bâtonnets courts avec une rapidité extrême, dès qu'on vient à changer leur condition d'existence.

a. — Scissiparité.

Opinion de Pouchet. Observations de Davaine, de Cohn, Grossmann et Mayer-Hauser, Toussaint, Warming.

1. Cohn (F.), *Zur Bacterienfrage*, in *Botan. Zeit.*, n° 51, 1872.

b. — **Sporulation ou enkystement.**

« Lorsque, dans un liquide, les éléments nutritifs sont épuisés, les Bactéries cessent de se multiplier, tombent au fond du récipient, et le liquide s'éclaircit de plus en plus. Le dépôt formé de la sorte peut acquérir une épaisseur très appréciable à l'œil nu. Les Bactéries qui forment le précipité ne sont pas mortes, mais dans un état de repos temporaire; si l'on ajoute, en effet, de nouvelles quantités de matières alimentaires, on les voit se multiplier de nouveau jusqu'à ce qu'elles les aient épuisées [1]. »

La formation des spores n'est donc qu'un simple enkystement du protoplasma, une sorte de précaution par laquelle les Bactéries assurent la continuation de l'espèce, lorsque les conditions de milieu ne sont plus favorables. Sous cet état nouveau, elles peuvent, comme nous l'avons vu, affronter les conditions les plus rigoureuses, résistant au froid, à la chaleur, à la pression, à tous les agents destructeurs, en un mot.

Ces spores sont des corpuscules qui atteignent les limites de la vision, même aidée des plus fortes amplifications du microscope. On arrive à des dimensions telles qu'on ne les voit pas avec des grossissements de 1500°. Il faut avoir la foi pour y croire. Il en est cependant qu'on peut voir, et alors elles se présentent sous forme de globules brillants auxquels on a donné, comme nous l'avons vu, des noms divers : *cystoblastions*, *noyaux*, *corpuscules*, etc., etc.; on passe insensiblement de ces spores aux *Micrococcus* ou aux *Microzyma*, avec lesquels on les a confondus bien souvent. Pourtant, c'est de ces erreurs qu'est faite, actuellement, la Science des ferments et il est à craindre qu'il en soit longtemps ainsi, car beaucoup de ceux qui manipulent ces petits êtres professent pour les notions morphologiques un dédain tel qu'il n'est pas probable qu'on soit renseigné jamais sur les rapports qui existent réellement entre tel ferment et telle fermentation.

Du mode de sporulation : Robin, Pasteur, Hoffmann, Engel, Koch, Toussaint, Cohn, Warming, Van-Tieghem, Léwis. **Sporulation de l'*Amylobacter*, du *Leuconostoc*, du *Spirillum*, des *Bacterium*, du *Spirochæte*, du *Bacillus*.**

1. Cohn (F.), in Magnin, *Les Bactéries*, thèse agrég. Faculté de méd., 1878, pag. 34.

Ascospores. Observations de Toussaint sur le *Bacillus anthracis*. Germination des spores : Koch, Cohn, Van-Tieghem, Brefeld, Cossar-Ewart. Résistance des spores. Germes brillants. Opinions contradictoires.

Il est facile de comprendre que tous ces phénomènes, accomplis par les microbes, suffisent à expliquer comment leur présence peut déterminer des changements considérables dans les milieux où on les rencontre. Leur vie, en résumé, rend compte des phénomènes de fermentation chimique et biologique des matières fermentescibles chimiques et pathologiques; et, dès lors, les partisans de la théorie vitale peuvent avoir facilement raison de ceux qui voudraient prétendre que le microbe n'entre pour rien dans les effets produits. Il semble donc prouvé que les microbes sont des causes de fermentation ; il nous reste à voir dans quelles limites, et surtout à nous rendre compte de la façon dont on peut expliquer leur action, car les partisans de la théorie vitale tirent des conclusions qui ne sont pas toujours d'accord avec les faits. Nous ne reviendrons pas, cependant, sur les discussions que nous avons suivies dans la première partie; nous voulons simplement voir si les conclusions que nous avons tirées, à propos de cette discussion, pour les Schizomycètes, peuvent s'appliquer également aux Schizophycètes.

Étant admis que les Bactériens agissent par leurs propriétés vitales et qu'il y a corrélation entre leur vie et les actes accomplis, la première conclusion qu'on semble devoir tirer de ces prémisses, c'est que chaque Bactérien est chargé d'un travail bien précis, bien limité, bien spécial; on arrive, en un mot, à la spécificité d'action. Considérant, en effet, qu'on a affaire à des végétaux, il semble aller de soi que chacun doit porter des fruits spéciaux et non d'autres; que le Bactérien de la syphilis ne doit avoir rien de commun avec le Schizophycète de la septicémie, ni celui-là avec le *Bacillus subtilis;* il semble que le *Mycoderma aceti* produit du vinaigre, comme les fraisiers donnent des fraises. C'est en partant de ces données qu'on a tenté d'expliquer certains phénomènes pathologiques.

Explication des accès de la fièvre récurrente : Van-Tieghem ; opinion de Richard Léwis.

Chaque Schizophycète aurait-il donc, sur les milieux, une action spéciale, et peut-on dire qu'ils ont chacun une ***spécialité*** de produc-

tion telle qu'on ne la retrouve jamais hors de leur présence. M. Pasteur le pense, et il a traduit sa pensée par cette phrase : « Il n'existe pas dans un pays quelconque une goutte de vin aigri spontanément au contact de l'air, sans que le *Mycoderma aceti* ait été présent, au préalable. » On est bien tenté, au premier abord, de généraliser l'axiome du savant chimiste. En effet, inocule-t-on le virus syphilitique, on produit la syphilis ; inocule-t-on le virus vaccinal, on produit la vaccine, et c'est de même que l'on décompose les sulfates alcalins, grâce aux *Sulfuraria*, *Beggiatoa*, etc.

Hypothèse de Tyndall, Pasteur, Duclaux etc., ou théorie parasitaire en médecine.

Pourtant, en y réfléchissant un peu, il est facile de voir que la spécificité n'est pas plus défendable en médecine qu'en chimie. On fait du vinaigre par l'action de la mousse de platine sur l'alcool; on reproduit, sans le secours des microbes, la plupart des fermentations où nous les avons vus se montrer. De même en pathologie : est-ce que la vaccination utilisée pour assurer l'immunité contre la petite vérole ne peut être remplacée par la *variolisation?* à moins qu'on prétende que vaccine et petite vérole soient identiques, soit, passons; mais comment l'inoculation du microbe du choléra des poules peut-il préserver du sang de rate (voir pag. 268)? Imaginera-t-on que sang de rate et choléra des poules soient une seule et même maladie? Nous ne savons, mais il faudrait ne pas oublier que déjà le microbe du choléra des poules a été considéré comme identique à celui de la septicémie. Au reste, il ressort de l'étude, faite plus haut, des ferments pathogènes, qu'aussi bien que pour les zymogènes, il est impossible d'en indiquer *un seul* qui puisse se prétendre spécifique; dans tous les cas, nous avons trouvé autant d'espèces de Bactériens incriminés qu'il y a eu d'auteurs qui se sont occupés de la question. Le difficile n'est pas de trouver un microbe dans telle ou telle maladie; cette recherche est enfantine : *il y en a partout, sur tout et dans tout*; mais il s'agit de trouver *tel Bactérien spécial qui se rencontre, invariablement et toujours le même, dans une même maladie et qui soit lié à elle comme l'Acarus est lié à la gale ;* de plus, *il ne doit jamais se rencontrer, comme cause, dans aucune autre affection*. Or il nous semble, n'en déplaise aux inventeurs, que la preuve, la plupart du temps, n'a pas été suffisamment faite. Existe-t-il une seule maladie dans laquelle il soit prouvé que le microphyte soit la condition *sine quâ non*. Il y a des maladies charbonneuses où le

Bacillus anthracis, ce microbe qui supporte le temple des gerministes, fait lui-même défaut !

Des caractères physiologiques et de la classification basée sur les caractères : Cohn ; opinions de Nægeli, de Toussaint.

Le Schizophycète n'est donc pas un être doué d'une spécificité d'action déterminée, et s'il possède une force, « la force vitale, » il doit la plier aux exigences des milieux ; ce n'est point lui le *primum movens* des fermentations, c'est l'humble sujet des conditions extérieures ; au reste, s'il ne s'en accommodait pas, il disparaîtrait et serait remplacé par d'autres agents : le ferment caséique, par exemple, a pour suppléant un ferment amorphe, et, si le *Mycoderma aceti* se refusait à fabriquer du vinaigre, on le remplacerait par la mousse de platine. En un mot, en l'absence d'un ferment figuré, on aurait ou le ferment amorphe ou, tout simplement, la catalyse. Dès lors, comment devons-nous nous représenter le microbe ? Comme une cellule renfermant un protoplasma amorphe et agissant sous l'influence des forces physico-chimiques. Il fait le même travail que le ferment amorphe inclus dans la cellule ; mais, par ce seul fait qu'il est figuré, c'est-à-dire qu'il a une organisation plus complexe, il accomplit le travail d'une façon plus complète, plus nette, plus rapide ; de plus, étant limité par une membrane, isolé et libre, il jouit de la propriété de pouvoir être transporté dans l'espace et de devenir, suivant les cas, messager de fermentations ou de maladies, son protoplasma étant imprégné de certains éléments particuliers. Alors, il est bien un germe vivant à la recherche de milieux favorables à son développement et à sa multiplication, mais dans toutes les circonstances il n'agit que par son plasma, que par son sarcode.

2° Fonctions de génération.

Lorsqu'on prend une goutte de vaccin dans une pustule vaccinale du bras d'un enfant, ou dans celle du pis d'une vache, et qu'on la transporte sous l'épiderme du bras ou de toute autre partie du corps d'en enfant sain ou d'un individu n'ayant jamais été vacciné, le *Micrococcus vaccinæ* se multiplie avec une telle activité que la fièvre survient, les quelques graines semées en ont engendré des milliards, et, si l'on revient le dixième jour après l'opération, on retrouve, dans les pustules qui se sont produites à chaque plaie, du

Micrococcus vaccinæ apte à être transmis à son tour. Quand, sur un mouton qui vient de mourir du sang de rate, on prend du sang et qu'on l'inocule à un autre mouton, à un lapin ou à un homme, le *Bacillus anthracis* se multiplie et reproduit la maladie chez les inoculés, mouton, homme ou lapin. De même, si l'on dépose un peu de *mère du vinaigre* dans un tonneau de vin, de manière qu'elle flotte sur le liquide, le lambeau de *Mycoderma aceti* s'élargit, envahit bientôt toute la surface. Le vin est changé en vinaigre. Que l'on prenne du Bactérien de la putréfaction des plantes et qu'on le porte sur une plante charnue, une plante grasse par exemple, parfaitement saine, en l'y faisant entrer par une légère piqûre, et la putréfaction s'établira sur la partie touchée; bientôt le foyer s'élargira, un lambeau de la plante tombera en gangrène, il faudra avoir recours à l'amputation pour sauver le reste du végétal. On sèmerait de même la putréfaction dans du bouillon ou sur des viandes, en projetant sur ces objets un mélange de graines de *Bacillus subtilis*, de *Bacterium Termo* et de *Vibrio Rugula*, etc., etc. Il n'y a donc pas à hésiter dans ces cas, il y a eu une reproduction en tout comparable à celle que nous aurions obtenue en semant des haricots ou du blé dans un sol favorable; les haricots ont donné des haricots, et chaque grain de blé a reproduit d'innombrables grains de blé.

La filiation des Schizophycètes n'est pas toujours aussi facile à suivre et, dans bien des cas, on ne peut que former des hypothèses sur leur origine. Le cowpox est spontané chez les génisses; le charbon et la pustule maligne se développent sans qu'il soit possible d'entrevoir par où est entrée la graine de *Bacillus;* du vin abandonné à l'air à une certaine température devient du vin aigri et se couvre de *Mycoderma aceti;* la putréfaction se produit chaque jour sans qu'on ait pris la peine de la déterminer, et l'on y trouve les *Bacillus subtilis, Bacterium Termo*, *Vibrio Rugula* en aussi grande quantité que si on les eût ensemencés, etc., etc.; on peut en dire autant de tous les cas de fermentation chimique ou pathologique. Bien plus, on peut presque affirmer qu'il n'est aucun cas dans lequel, pour se produire, l'ensemencement direct soit indispensable, tandis que, par contre, on peut dire que dans tous les cas la putréfaction spontanée semble être la règle.

Y aurait-il donc la genèse spontanée? M. Croce Calvert prend un œuf frais pondu, dans lequel il n'y a aucune Bactérie, le casse et le laisse exposé à l'air libre : un quart d'heure après, l'œuf est envahi par une quantité prodigieuse de microbes. Que s'est-il passé là? Van-Helmont renferme dans un bocal une chemise sale et des grains de

blé. Quand il examine l'appareil, il y trouve une souris; a-t-il eu raison de conclure que c'était la réaction qui s'était produite qui a donné naissance à la souris? En apparence, oui, puisqu'il ne l'y avait pas mise, mais certes non, et nous pouvons, sans être bien forts physiologistes, affirmer que l'animal s'est furtivement introduit dans l'appareil. N'en serait-il pas de même des Schizophycètes qui se montrent dans l'œuf brisé et exposé à l'air? N'y aurait pas une introduction subreptice de germes, de telle sorte que, dans ce cas, il y aurait ensemencement fortuit? — En d'autres termes, l'homogénie explique-t-elle tous les faits ou bien faut-il croire à l'hétérogénie?

A. — Homogénie.

Si l'on adopte la théorie de l'ensemencement ou l'oviparisme, il faudra démontrer d'où viennent les germes et quel chemin ils ont suivi pour arriver dans le sol, où ils se sont ensuite multipliés ; il faudra, de plus, trouver le moyen de séparer, d'étiqueter chacun de ces microbes, prouver qu'ils sont bien autonomes, pouvoir les reproduire à volonté, montrer qu'ils donnent toujours telle ou telle fermentation, telle ou telle maladie et qu'ils ne donnent jamais que cette fermentation ou que cette maladie. Ces *desiderata* sont difficiles à satisfaire, à cause de la petitesse infinie des objets; quand il s'agit de séparer un mélange de graines de vesce et de blé, un blutoir suffit; la difficulté commencerait déjà s'il fallait séparer le seigle de l'orge, mais la tâche semble impossible quand on songe que les grains à ranger, à séparer sont tellement petits qu'il en faut 633 millions pour remplir une mesure cubique de 1 millimètre de côté, et le *desideratum* que nous produisons ici semblerait dérisoire si certains chimistes ne se faisaient fort, ainsi que nous l'avons dit, grâce à des températures variées, d'éliminer ceux-ci et de garder ceux-là en usant de certains moyens de culture et de chauffage.

Où sont les germes? Partout dans l'air, dans l'eau, sur tous les objets qui nous entourent et sur nous-mêmes. Il a été possible, lorsque nous avons parlé des *Saccharomyces*, en général, et du *Saccharomyces cerevisiæ*, en particulier, d'admettre qu'on puisse, en raison de leur consistance et de leur manière d'être, discuter leur transport et leur ensemencement; ici, nous ne trouvons aucune raison valable pour nous opposer à l'adoption de la théorie de la dissémination. Depuis Anaxagore de Clazomène, le maître de Socrate, qui vivait 428 ans avant notre ère, et Théophraste, le dis-

ciple d'Aristote, on croit que, dans beaucoup de cas, la reproduction des végétaux s'explique naturellement par le transport des semences par la pluie, les inondations et même l'air. Il n'y a donc pas à discuter la réalité de la présence autour de nous des microbes et de leurs germes. Nous avons vu certaines formes de *mers colorées* et d'autres se réunir en nuages qui retombent en *pluies de sang* comme si les cas exceptionnels ne se produisaient que pour nous indiquer que la même chose peut se passer à chaque instant pour les microbes incolores. Il semble donc oiseux de s'arrêter à prouver qu'il est impossible de nier l'existence des microphytes dans les milieux qui nous entourent, et, si jamais on a pu le faire, personne n'y songe plus aujourd'hui.

Panspermie : *a*. Des Schizophycètes de l'atmosphère. Observations de Samuelson, **de** Duclaux, **de** Lemaire, **d'**Hoffmann, **de** Tyndall, **de** Tissandier, **etc. Opinion de** Douglas-Cunningham, **de** Burdon-Sanderson, **de** Pasteur. **Recherches de** Miquel. **Air des salles d'hôpital et des foyers épidémiques :** Miquel. **Relation entre le nombre des Bactéries de l'atmosphère et le nombre des maladies épidémiques :** Miquel.

b. **Dans les eaux pluviales, neiges, etc. :** Lemaire **et** Gratiolet, Boudier, Billroth, Cohn, Miflet, Miquel, Frankland. — **Dans les eaux courantes, dans les eaux distillées :** Pasteur **et** Joubert, Burdon-Sanderson, Rindfleich, Neuville. — **Dans les eaux d'égout :** Miquel.

Sans aller jusqu'à admettre le panspermisme défendu par certains académiciens et dont se moquait à juste raison Pouchet, nous croyons que nous sommes enveloppés, envahis, pénétrés, par ces microbes de toute sorte, de maladies ou de fermentation, de putréfaction, que l'on a nommés nos ennemis invisibles. Loin de nous la pensée de vouloir les réhabiliter; mais nous ne pouvons nous empêcher de reconnaître qu'ils ne sont ni si méchants, ni si terribles qu'on veut bien le dire. C'est par milliards qu'ils nous habitent, et la plupart du temps nous ne nous apercevons pas de leur présence. Quoi qu'il en soit, mieux vaut peut-être ne pas les héberger en aussi grand nombre. Cherchons donc quelles sont les voies par lesquelles il y a plus de chance de les saisir, et d'autre part quels sont les moyens par lesquels ils pénètrent dans l'économie.

La plupart des panspermistes accusent surtout les microbes atmosphériques; cependant on semble revenir sur cette opinion, comme

nous le dirons plus tard, et admettre qu'ils se rencontrent de préférence dans les eaux. Mais, qu'ils soient dans les airs ou dans les eaux, cela ne suffit pas; il faut qu'ils soient mis en rapport avec le sol fermentescible et qu'ils s'implantent dans ce sol, ce qui nous forcera à étudier : 1° la contagion; 2° l'ensemencement, lorsque nous aurons tous les éléments nécessaires à cette étude.

Polymorphisme.

Lorsque nous nous sommes occupés de cette question à propos des Schizomycètes, nous avons vu que sa solution présentait un double intérêt; d'abord, il était intéressant d'être renseigné sur ce sujet au point de vue purement spéculatif de la Science; ensuite cela était utile pour les Saccharomyces surtout, dont on niait la présence dans l'air, car il fallait savoir s'il n'était pas possible d'expliquer leur ensemencement dans les milieux par le fait qu'ils s'y seraient introduits sous un déguisement qui les rendait méconnaissables au milieu des poussières atmosphériques. Ici, pour les Schizophycètes, l'étude se trouve simplifiée. On admet volontiers que, si tous les microphytes de fermentation, de maladies et de putréfaction existent, il est fort probable qu'ils voyagent dans les airs avec ou sans leurs germes, mais qu'il n'y a rien de bien inquiétant, car leur présence est à peu près inoffensive. La cause déterminante des phénomènes n'était point leur seule présence, mais bien plutôt l'état des milieux. La question ainsi dégagée ne conserverait plus que l'intérêt scientifique; toutefois, comme il est probable que l'innocuité de tous n'est pas aussi absolue que certains savants le pensent, nous nous trouvons obligés d'insister quelques instants sur les opinions qui ont été émises sur le polymorphisme des Schizophycètes.

Variations normales, formes, divers *Zooglœa*, *Leptothrix*, etc. Rapprochements tentés avec les Mucorinées et les Mucédinées. — *Penicillium glaucum*. Hypothèse de Lueders, Ray-Lankester, Polotebnow, Trécul, Harz, Hallier. — **Opinions contradictoires de** de Bary, de Seynes, Manasseïn, Cohn.

Comment expliquer de telles divergences entre des savants d'un incontestable mérite, et tous habitués au maniement du microscope? D'un côté par l'impossibilité dans laquelle on se trouve, un *Micrococcus* étant donné, d'affirmer qu'il appartient à un végétal

plutôt qu'à un autre, à une Algue et non à un Champignon, et de l'autre par l'impossibilité tout aussi grande de se mettre à l'abri de l'envahissement des *coccus* de toute sorte qui, nous l'avons vu, infestent non seulement l'air de nos laboratoires, mais bien plus, qu'il est impossible d'empêcher de passer dans nos liquides. L'eau distillée la plus pure n'en est pas exempte, et M. Cohn affirme qu'il en est qui traversent jusqu'à seize *filtres superposés de papier buvard.* Quelle culture, après cela, peut se vanter de n'avoir pas nourri un *Micrococcus* étranger à ceux en observation? Parfois même, c'est l'usurpateur qui envahit tout, trouvant le liquide plus à sa convenance. Ceux à qui ces explications paraissent forcées n'ont plus qu'à avoir recours à l'hétérogénie.

B. — Hétérogénie.

Pourquoi donc s'obstiner à vouloir que ces Bactériens soient les causes de nos maladies? Quand on les abandonne à eux-mêmes et qu'on ne force pas leurs instincts, ne semblent-ils pas aussi inoffensifs que possible? En effet, il n'est personne, s'il faut en croire M. Robin et bien d'autres savants, qui n'ait la bouche, l'estomac et les voies digestives remplis de millions de ces *Leptothrix*, ces générateurs de la Bactéridie du charbon, le terrible *Bacillus anthracis*, dont on nous a dit qu'un seul suffisait pour donner la pustule maligne, le sang de rate, la fièvre charbonneuse, toutes maladies mortelles. Il n'est personne, d'autre part, qui n'ingurgite, et par milliers encore, tous les types de Bactériens à chacun de ses repas ; enfin, c'est par centaines de mille que l'on s'introduit dans les fosses nasales et dans les poumons ces microbes de toutes sortes, spores de diphthérie, de muguet, de teigne, de rogne, de morve et de farcin, de charbon, sans doute encore de fièvre puerpérale, de septicémie et de putréfaction, tous si malfaisants que, suivant leurs défenseurs, un seul peut nous détruire en quelques heures, bêtes et gens. Comment se fait-il qu'il y ait encore des vivants à la surface de notre planète? Ces microphytes ne seraient-ils dangereux que dans certaines circonstances de milieu, ou bien même, au lieu d'être cause du mal, n'en seraient-ils que les *effets?*

Ainsi raisonnent les hétérogénistes, et il n'est point déraisonnable de suivre leur démonstration. Les microbes naîtraient-ils spontanément dans les fermentations chimiques? Ici, nous aurions à répéter ce que nous avons dit à propos des *Saccharomyces;* ce qui est vrai

des uns l'est des autres. Mais les Bactériens qui sont des plantes, naîtraient-ils donc des animaux? La réparation des tissus et la formation d'une cellule nerveuse aux dépens des éléments organiques du corps seraient-elles plus faciles à admettre que la formation d'un microphyte? Les globules sanguins, les leucocytes ne sont-ils pas des microzoaires formés de toutes pièces par les éléments organiques, et si l'on ne veut admettre la comparaison, parce que ces microbes sont attachés à l'animal et cessent de vivre dès qu'ils le quittent, ne l'admettra-t-on pas pour les spermatozoïdes, qui ne demandent qu'à quitter le corps qui les a créés et qui ne commencent à vivre que lorsqu'ils ont été transportés, sur un terrain autre que celui qui les a formés? Refuse-t-on l'équivalence, parce que le spermatozoïde est de formation normale, tandis que la Bactérie est de formation pathologique? Mais on répondra qu'on admet que le globule de pus se forme de toutes pièces et qu'on n'a jamais songé à lui chercher de filiation ni de paternité. On ne discute pas son apparition spontanée, et quand, dans le même abcès profond sans communication avec l'air extérieur, l'on trouve formé côte à côte avec les mêmes éléments, dans des conditions toutes semblables les microbes-bactéries et les microbes-leucocytes ou globules de pus, on renie aux premiers ce que l'on admet pour les seconds!!...

a. — Hémiorganisme.

Les partisans qui défendent cette théorie, tout en admettant que des formes organisées nouvelles peuvent sortir d'éléments qui ne leur ressemblent en rien et avec lesquelles ils n'ont aucun lien de parenté, n'admettent cette création nouvelle qu'à la condition que les éléments utilisés aient, non seulement été organisés, mais qu'ils jouissent encore de la *propriété vitale*. Deux hypothèses sont en présence, l'une dite de la mutabilité des germes ou intragenèse, l'autre constituant l'hémiorganisme proprement dit ou zymogenèse.

1° *Mutabilité des germes.* — D'après cette hypothèse, les protoplasmas contenus dans l'intérieur des cellules peuvent, sous l'influence des conditions des milieux, changer de nature; de telle sorte que le protoplasma d'une Algue peut se transmuter de manière à donner un organisme relevant de la classe des Champignons, et *vice versâ;* de telle sorte qu'il est facile, par là, de s'expliquer l'apparition des Bactéries dans les milieux sans avoir besoin de recourir à la théorie de l'ensemencement par les airs ou par les eaux. Cette hypothèse,

qui n'est, en somme, que l'exagération de la théorie du polymorphisme, côtoie en même temps l'hétérogénie, car, en résumé, elle est basée sur les mêmes données que l'hémiorganisme. Il nous semble que ceux qui admettent l'hémiorganisme et le spontéparisme doivent *à fortiori* admettre la thèse de la mutabilité des germes, qui n'est au fond qu'une atténuation des dites théories.

Cfr. J. DUVAL, *Génération des ferments organisés*. — **Remarques de** CAUVET.

2° *Hémiorganisme proprement dit ou zymogenèse.* — M. Frémy[1], reprenant au reste, en cela, une opinion émise par Turpin, propose donc une nouvelle théorie : « Dans les corps organisés vivants, il se trouve des substances amorphes vivantes qui, au contact de l'air, engendrent les ferments..... Je leur ai appliqué la dénomination de corps *hémiorganisés;* en adoptant ce nom, j'ai voulu rappeler que les corps qui produisent les ferments ont souvent une organisation incomplète : ils peuvent être gélatineux; leur forme est ordinairement insaisissable au microscope. » « Ces corps, la synthèse chimique ne les reproduit pas..... Il est impossible, selon moi, de les considérer comme des principes immédiats définis; je les désigne sous le nom de *corps hémiorganisés*, parce qu'ils tiennent le milieu entre le principe immédiat et le tissu organisé..... Ils ne sont donc pas encore organisme, mais cependant ils sont doués d'une véritable *force vitale*, car, sous l'influence de l'air humide, ils entrent en décomposition comme des corps vivants et réellement organisés... En raison de la force vitale qu'ils possèdent, ils éprouvent, alors, des décompositions successives donnant naissance à des dérivés nouveaux, et engendrent des ferments dont la production n'est pas due à une *génération spontanée*, mais à *une force vitale préexistante dans les corps hémiorganisés et qui simplement se continue en se manifestant par les transformations chimiques les plus variées*..... Les corps hémiogarnisés peuvent surtout recevoir l'ébranlement vital et s'organiser eux-mêmes par l'action des corps vivants dont ils reçoivent l'influence. C'est ainsi que je comprends l'influence des substances albuminoïdes dans le phénomène de développement et de décomposition organique et dans la production des ferments. »

« Sous le rapport de la médecine, dit M. Frémy, de l'hygiène et

1. *Gén. des ferments*, pag. 6, 213, et *Compt. rend. Acad. des sc.*, 1864, VIII, 1866, 1867, 1872.

de la thérapeutique, mes conclusions sur la génération des ferments de maladies sont également en opposition avec celles de M. Pasteur. D'après lui, c'est dans l'air qu'il faut chercher tous les germes de ferments et probablement aussi les germes de presque toutes les maladies contagieuses ! Pour moi, au contraire, l'air atmosphérique est l'élément vivifiant par excellence. S'il transporte accidentellement des miasmes, des germes de moisissures, des insectes nuisibles, c'est lui qui, le plus souvent, les altère et les détruit. Loin d'attribuer à l'air la cause de nos maladies, je pense qu'il faut la chercher dans les altérations spontanées qu'éprouvent les organismes vivants. C'est à la suite de ces altérations que naissent les ferments redoutables. En un mot, c'est dans l'organisation même que le médecin doit combattre la génération des ferments de la maladie et non dans l'air, qui ne les transporte que dans des cas exceptionnels. On prévoit que la thérapeutique aura recours à des pratiques bien différentes suivant qu'elle adoptera les idées de M. Pasteur ou celles de M. Frémy. »

« Les partisans des théories de M. Pasteur chercheront dans l'air les causes de maladies qu'ils veulent combattre; celui qui admettra les principes de M. Frémy s'occupera spécialement des organismes vivants et fera tous ses efforts pour éviter leur altération spontanée, qui engendre toujours les ferments destructeurs..... L'organisation engendre les ferments, et l'air les transporte. »

Observations de BERGERON (A.) ONIMUS, NUESCH, SERVEL, **sur la genèse des Bactéries de maladies; de** TRÉCUL **sur la genèse de l'*Amylobacter*, de** WORTHINGTON SMITH **sur la transformation des cellules de *Coprinus* en Bactéries.**

De la présence des microphytes dans des cavités non en communication directe avec l'air. Hypothèse de la pénétration : PASTEUR, DUCLAUX. **Hypothése des hémiorganiciens : néphrozymase de** BÉCHAMP; **ferment soluble de** MUSCULUS ; **observavations de** SALISBURY, DE SEYNES.

Altération spontanée des œufs des Gallinacés : ROYER, MONTAGNE, HOFFMANN, AUDEMANS, ROBIN, WITTICH, SPRING, HESSELING, KOLAZECK, PANCERY, FUMAGALLI, DONNÉ, PASTEUR, GAYON, BÉCHAMP, ZIMMERMAN. — **Altération de l'œuf humain : opinions de** DAVAINE **et de** CHAUVEAU. — **Observations de** DEPAUL, BLOT, DEVILLIERS **et celle plus ancienne de** DESNEUX.

Que l'on transporte ces conclusions dans le domaine de la

chimie organique, dans celui de la pathogénie (la chose se commande au reste), et l'on aura l'explication de ces faits, qui paraissaient si singuliers, de maladies ayant les mêmes symptômes, les mêmes conséquences, étaient identiques à un seul caractère près : dans l'une, il y avait ferment figuré, tandis que dans l'autre le ferment manquait. De là ces maladies dites anomales, *Variola sine variolis*, *Rubeola sine rubeolis*, *Morbilli sine morbillis* et le charbon, le sang de rate, la pustule maligne sans Bactéridies, etc.

Mais, alors, il ressortirait de là que le ferment figuré n'aurait pas toute l'importance capitale qu'on a voulu lui reconnaître; le vrai ferment serait-il dans la lymphe dans laquelle il baigne? On le croyait autrefois, mais on a abandonné cette idée à la suite des bruyants exploits des microbes qui ont concentré sur eux tout l'intérêt des recherches et passionné les travaux des savants. Le microbe présidant, la plupart du temps, aux fermentations et les déterminant même, étant le corps palpable, on s'est pris à le faire responsable de tout ce qui se produisait. Au reste, les expériences tentées pour juger la question se prononcèrent en sa faveur.

Malgré cela, tous les observateurs n'ont pas été convaincus, et, nous avons vu des savants de haute valeur n'attribuer dans bien des maladies qu'une faible part au microbe dans la production de l'affection, tandis que d'autres, niant complètement l'utilité de sa présence, ont reporté toute l'importance de l'action sur le sérum ou lymphe qui l'accompagne. La discussion a surtout été soutenue pour la septicémie.

Observations de Panum, de Bergmann, de Richardson, de Cunningham et Léwis. — Du vaccin charbonneux préconisé par Toussaint.

« Mais dans ce vaccin qui ne contient plus de microbe, quel est l'élément actif? la lymphe? Alors cette communication de M. Toussaint est le renversement de la doctrine des germes, car en résumé de deux choses l'une : ou il n'y avait plus de Bactéridie charbonneuse dans le sang qui a servi à vacciner, ou bien il y en avait. Dans le premier cas, puisque l'animal a eu le charbon bénin, ce n'est pas la Bactéridie qui le lui a donné; dans le second, on a inoculé des Bactéridies du charbon à un animal, et celui-ci n'en a pas souffert. La Bactéridie ne cause donc point le charbon [1] ! »

1. Pelletan (J.), *Le charbon et les inoculations préventives*, in *Journ. méd. vét. prat.*, n° 12, 1880, pag. 432.

Serait-il donc possible que tant de savants qui ont voué une si grande estime aux ferments figurés, au *contagium vivum*, se soient trompés à ce point? Nous ne le pensons pas; seulement, il nous semble qu'ils se sont montrés trop absolus dans leurs affirmations en déniant à la lymphe toute espèce d'action? La lymphe ne serait-elle pas plutôt le point de départ de tout microbe, et ne serait-ce pas elle qui lui communiquerait ses propriétes utiles ou nuisibles? Mais n'anticipons pas.

b. — Spontéparisme ou protorganie.

Les ferments ne pourraient-ils pas se former en dehors de toute matière organique vivante ou, ce qui revient au même, avec des éléments inorganiques provenant de matières ayant ou n'ayant pas vécu, mais ne possédant plus cette association particulière de molécules qui amène à les déclarer pourvus de la force vitale? En un mot, les Schizophycètes peuvent-ils être constitués de toutes pièces avec des éléments inorganiques?

Il est d'expérience journalière que des liquides fermentescibles d'origine regardée comme minérale se mettent à fermenter spontanément et qu'on les trouve remplis des Bactériens propres aux fermentations qui se sont opérées. C'est même précisément en raison de la constance avec laquelle se produisent ces effets que l'on a été porté à admettre, d'un côté, que la fermentation était spontanée, se faisant par la seule action des forces chimico-physiques dont le ferment était l'un des produits, tandis que, de l'autre, on a été amené à nier énergiquement la possibilité de tels phénomènes et qu'on a affirmé que, seul, le ferment figuré pouvait les provoquer. La lutte entre ces deux écoles, égarée hors de la voie scientifique par des préoccupations de tout autre ordre, a, comme nous l'avons vu, rempli la vie de bien des savants, et elle dure encore, aussi vivace, mais de jour en jour moins nettement définie. Toutefois, il semble que, par l'excès même des prétentions des partisans de l'une et de l'autre des deux hypothèses, il se prépare un terrain commun sur lequel les savants s'entendront enfin, bien étonnés d'être restés aussi longtemps divisés sur des questions d'une simplicité extrême et qui ne sont si longtemps restées obscures que par les éclaircissements que, de part et d'autre, on a prétendu apporter.

Les êtres puisent dans les milieux inorganiques tous les éléments de leur constitution; c'est, en fin de compte, avec de l'oxygène, de

l'hydrogène, du carbone et de l'azote qu'ils sortent tous de l'état de microbe (car tout être organisé sort de là), qu'ils se métamorphosent, grandissent, se multiplient, et c'est encore des mêmes éléments qu'ils font les microbes destinés à perpétuer leurs races. Ce microbe n'est donc que de la matière inorganique; les spontéparistes se demandent pourquoi on n'admettrait pas que le microbe pût sortir des milieux spontanément, c'est-à-dire sans être astreint à passer pour un organisme parent. Qu'un être supérieur soit astreint à cette filiation, rien de mieux; il n'est supérieur que par suite de sa complexité; cette condition est dans l'essence même du protoplasma supérieur; mais de cette nécessité où se trouve le protoplasma supérieur, le protoplasma humain, par exemple, de ne se reproduire que par génération, il ne ressort pas celle que le microbe ne puisse se reproduire par spontéparité, pas plus qu'il ne ressort l'impossibilité pour le polype de se reproduire par mutilation. De ce qu'un homme coupé en morceaux ne donnerait pas autant de descendants semblables à lui, il ne ressort pas que cela soit faux du polype d'eau douce; on ne peut pas davantage s'appuyer sur ce qu'il n'a de descendant que par engendrement pour affirmer que les microphytes n'ont pas une genèse spontanée. C'est du moins ce qui a semblé vrai à tous ceux qui depuis les siècles les plus reculés jusqu'à nos jours ont défendu le spontéparisme, et parmi lesquels on compte les plus grands naturalistes et les plus grands philosophes.

Bonnet est le premier qui, apportant aux oviparistes sa théorie de l'emboîtement des germes, circonscrivit le débat à l'ensemencement par les germes de l'air, auxquels, depuis, on adjoignit ceux de l'eau. Insensiblement, en effet, on arrivait à la panspermie. Les germes, les germes et rien que les germes. Les germes ont toutes les qualités, dont l'une très importante : c'est de ne jamais troubler les opérations des oviparistes, ce qui est compensé par un défaut énorme, celui de s'acharner à celles des spontéparistes; réservés avec les premiers, ils sont de l'indiscrétion la plus désolante pour les seconds. Les germes sont bienfaisants : on leur doit le pain, le vin, la bière et toutes les boissons, mais par contre ils sont nos plus terribles ennemis. Un tout petit atome, « un trillionième ou même un quatrillionième de goutte d'un sang qui contient des germes » suffit pour amener la mort de l'inoculé. Les germes sont inusables : plus ils servent, meilleurs (ou plus mauvais) ils sont; ils prennent de l'activité en passant d'un être dans un autre.

Ils sont indestructibles par les moyens ordinaires, grâce à la pro-

priété qu'ils ont de se transformer en cystoblastions; ils sont incombustibles : une chaleur de 130 degrés ne les altère pas; il en est que la cuisson rend plus actifs, ce qui enlève au médecin même la ressource de *flamber* son malade pour le guérir; toutes ces qualités leur assurent l'éternité : ils sont depuis le commencement du monde et seront à la fin; ils ont affronté toutes les révolutions et tous les déluges; depuis le *Micrococcus* du rhume de cerveau jusqu'au *Crypta gonorrhœa* et au *Bacterium fœtidum*. Où et comment? Que l'on joigne à cela leur présence partout en tous lieux, leur pénétration dans les cavités les plus secrètes des organes, et l'on jugera de la terreur qu'ils doivent inspirer à ceux qui y croient réellement, terreur qu'augmente encore l'impuissance dans laquelle ils doivent se sentir de leur résister et de leur opposer quelque barrière, puisque tous sont infiniment petits et qu'il en est même qui se dérobent à notre vue aidée des plus forts grossissements du microscope, et qu'ils traversent *seize filtres* de buvard superposés, aussi facilement qu'un grillage aux mailles les plus larges!

Querelles des panspermistes et des spontéparistes. NEEDHAM, BUFFON, RÉDI, SPALLANZANI, DUTROCHET, SCHWANN, SCHULTZ, MELSENS, POUCHET, PASTEUR. — **Derniers débats** : CHARLTON-BASTIAN **et** PASTEUR.

Tous les débats entre les panspermistes et les spontéparistes ont eu la même physionomie, et aucun n'a abouti à une solution définitive. Les panspermistes ont prouvé que les germes de l'air pouvaient se développer lorsqu'ils trouvaient des milieux fermentescibles à leur convenance; mais aucun n'a prouvé que ces milieux fermentescibles étaient inaptes à former de toutes pièces des ferments figurés. Lamark disait : « La nature, à l'aide de la chaleur, de la lumière, de l'électricité et de l'humidité, forme des générations spontanées ou directes à l'extrémité de chaque Règne des corps vivants, où se trouvent les plus simples de ces corps. » Et nul n'a encore prouvé que l'idée de Lamarck soit fausse; bien au contraire, elle semble chaque jour se démontrer davantage. Mais s'il en est ainsi, et, si à la procréation par des parents, phénomène connu, sinon dans son essence du moins dans son évolution, l'on substitue la création par les seuls efforts de la nature, notre tâche, au lieu de se trouver simplifiée, se trouve compliquée, car il nous faut étudier de plus près cette transformation de la matière. Il nous

faut chercher quelles sont les phases par lesquelles les éléments organiques pourraient passer pour arriver à se transformer en organisés; en un mot, il nous faut voir s'il n'existe pas quelque phase qui précède la phase qui est caractérisée par nos éléments figurés.

En terminant notre précédent chapitre (p. 312) nous avons été conduits à admettre que la formation des Bactériens pourrait bien être due à la transmutation de la matière glaireuse hémiorganisée en cellule figurée. Mais, là, nous avions à notre disposition une matière organisée ayant une vie et chez laquelle on pouvait expliquer le phénomène par l'action de la *force vitale* emmagasinée, pour ainsi dire, dans la substance. Dans la genèse spontanée, nous n'avons rien de semblable et si dans les expériences que nous avons relatées il y a un instant, on a mis en œuvre un liquide, l'urine, ayant appartenu à un organisme vivant, l'ébullition a tué en lui ce qui pouvait rester de force vitale, le cas est donc essentiellement différent. Or, en recherchant si nous avons là quelque chose qui puisse nous servir de passage entre l'état franchement inorganique et l'état organisé, nous trouvons ce que M. Baudrimont a nommé matière pseudorganisée. Il l'a signalée dans l'eau de Vichy.

« Quand on examine au microscope des paquets de plante confervoïde (oscillaire), on la trouve entremêlée d'une substance semiorganisée qui ne présente pas de cellules arrondies comme l'utricule organique primitif, mais paraît constituer une espèce de réseau à mailles irrégulières, comme le tissu cellulaire des animaux. Cette forme *pseudo-organisée* est bien certainement un passage de la barégine amorphe à la plante thermale. »... « D'après ces quelques passages, on reconnaîtra facilement, je crois, qu'il existe une certaine connexité entre ces idées et celles que M. Frémy a publiées récemment. Seulement, notre point de départ est essentiellement différent. Tandis que l'honorable académicien nie l'hétérogénie, j'affirme d'une manière formelle la génération spontanée. Alors même que l'expérience ne pourrait confirmer l'hypothèse, elle est un besoin légitime pour l'explication de tous les phénomènes qui se sont développés successivement à la surface du globe [1]. »

Cette matière pseudo-organisée ne se rencontre pas seulement dans le cas spécial des eaux de Vichy, mais dans toutes les eaux sulfureuses; elle semble faire le fond de l'organisation de toutes

1. Baudrimont (E.), *Eaux minérales de Vichy*, in *Bull. Acad. de méd.*, XVII, pag. 722, rapp. de M. Chevalier. — Baudrimont (E.), *Notes sur les corps pseudo-organisés*, in *Compt. rend. Acad. des sc.*, 1864.

les plantes inférieures, et chez les supérieures on la rencontre partout où il y a une fonction à accomplir.

Nous y reconnaissons la matière glaireuse des zooglæa, des mycoderma, des pellicules; c'est la membrane proligère de Pouchet. C'est la lymphe des boutons pathogènes; c'est en un mot le point de départ de toutes les formations hétérogéniques qui ne puisent pas leurs éléments dans des substances hémi-organisées.

« Mais quelle que soit leur provenance, nous avons là des éléments qui servent de phase intermédiaire entre l'inorganique et l'inorganisé : c'est la matière amorphe. On les connaissait sous le nom de ferments solubles, nous les nommons les *Pseudorganisés* ou *Pseudorganites*.

RÉSUMÉ

Nos Schizophycètes protorganisés figurés sont des cellules, et ils agissent comme des cellules, en vertu de « la force vitale ». Obligés qu'ils sont de vivre de la mort des corps qui les entourent, ils opèrent, comme toute cellule, au reste, deux séries de phénomènes corrélatifs, les uns analytiques, par lesquels ils décomposent les associations matérielles existantes, les autres synthétiques, par lesquels ils organisent avec ces matériaux des associations nouvelles. Le résultat de ces actions est, d'une part, leur multiplication, d'autre part, la disjonction d'associations préexistantes d'éléments; c'est ce résultat qu'on nomme *fermentation*. Voilà ce que nous avons appris. Mais nous n'avons pas pour cela l'explication de l'action du ferment. Le ferment agit comme une cellule végétale, voilà qui est bien; mais comment agit la cellule végétale? « La difficulté n'est que reculée, elle n'est point levée. Cette hypothèse, dit M. Berthelot, place plus loin l'interprétation du phénomène, mais n'en supprime pas la nécessité... Rapporter une métamorphose chimique à un acte vital, ce n'est pas l'expliquer... Au contraire, tous

les efforts de la chimie physiologique ont pour but d'analyser les changements matériels qui se font dans les êtres vivants et de les ramener à une succession régulière d'actes chimiques déterminés. Si donc la transformation du sucre en alcool et en acide carbonique, etc., résulte réellement de la nutrition des végétaux microscopiques qui constituent la levure, il devient indispensable d'étudier cette nutrition même et d'établir, par une analyse minutieuse et précise, la série des phénomènes chimiques qui se passent depuis son origine jusqu'à son accomplissement. » Ce que M. Berthelot dit des Schizomycètes s'applique donc aussi aux Schizophycètes. Quelque réduits que soient ces protorganisés, ils sont déjà trop compliqués pour que l'on puisse songer à résoudre le problème avec eux; il faut s'adresser à de moins compliqués.

Ces êtres moins compliqués sont les ferments solubles ou amorphes, ceux qui passent pour être, par leur nature, privés de toute organisation et qui montrent à nu, pour ainsi dire, la substance intérieure des ferments figurés. Il y a, au reste, en effet, tout à présumer que ce n'est ni la forme, ni la nature de l'enveloppe qui donne aux ferments leur propriété. Ce n'est pas la forme, car des ferments de même forme donnent lieu à des fermentations différentes, pendant que des ferments de formes diverses se rencontrent dans des cas où les phénomènes sont les mêmes. Ce n'est pas la nature de l'enveloppe, car on obtient les mêmes dédoublements chimiques, que des ferments soient figurés ou qu'ils ne le soient pas. Les matières contenues semblent donc être les matières actives. Or ces substances sont les ferments amorphes.

On nous objectera peut-être que ces ferments sont dépourvus « de la force vitale », que ce sont des principes

qui rentrent dans le domaine de la chimie pure, et que dès lors il est impossible d'en faire sortir la vie. Nous essayerons cependant. « Force vitale » n'est qu'une expression vide de sens, si l'on entend par là quelque chose d'extra-naturel, et nous l'abandonnons volontiers, et si par là on entend « combinaison particulière des *influx* physico-chimiques », nous ne nous en inquiétons plus, car nous avons déclaré croire à la vie de tous les corps, et par conséquent nous retrouverons la force vitale ainsi définie, quand nous aurons franchi la limite qui sépare l'organisé du pseudorganisé. Au reste, ne semble-t-il pas absurde de dénier la « force vitale » à ce que tous les physiologistes appellent la *matière de vie*.

LIVRE II

PSEUDORGANITES OU PSEUDORGANISÉS

Nous faisons rentrer dans ce groupe des pseudorganites les corps qui n'ont ou qui, pour mieux dire, ne semblent avoir aucune organisation définie, aucune forme précise et qui, par conséquent, ne sont ni limités ni figurés. Ils sont mous, diffluents, et parfois ils le sont à un tel degré qu'ils se fondent dans les liquides avec lesquels on les met en contact, si la densité de ces derniers est favorable, si des conditions extérieures, la plupart mal déterminées, interviennent; dans ces cas, leurs éléments désagrégés se mêlent à ceux des liquides, et ils disparaissent à la manière des corps solubles, leurs molécules entrant dans d'autres compositions en général plus simples. Par contre, avec la même facilité, et par un phénomène qui est en quelque sorte la preuve du précédent, ils apparaissent dans les solutions, par suite de modifications chimiques dont elles deviennent le siège sous l'influence de conditions encore inconnues pour la plupart, en sorte qu'ils se constituent de toutes pièces, à l'aide des éléments minéraux des solutions employées, et par l'action des agents extérieurs. De même qu'on peut à volonté, en élevant ou abaissant de quelques degrés la température, faire apparaître ou disparaître des cristaux dans des solutions

de sel ou de sucre, de même la matière pseudorganisée se fait et se défait, apparaît et disparaît.

« Tous les ferments pseudorganisés sont inorganiques. Ils se distinguent nettement des ferments organiques ou insolubles, dont la levure nous présente un type caractéristique, en ce qu'ils sont dépourvus de la faculté de se nourrir et de se multiplier. Or tous les organismes vivants possèdent cette faculté, soit à l'état latent (potentiel), soit à l'état actif (dynamique). On ne peut donc appliquer aux ferments solubles l'épithète de vivants, quoiqu'ils soient exclusivement associés aux organismes vivants et prennent une part essentielle aux actes vitaux dont ces derniers sont le siège [1]. » Doit-on accepter cette distinction? est-il bien prouvé qu'ils ne vivent pas?

Les corps pseudorganisés sont ceux qui forment la base de toute organisation ; ils en sont le point de départ et le point de retour. Chez l'animal, comme chez la plante, c'est le mucus glaireux qui est, tour à tour, plasma d'organisation et plasma de désorganisation. En ce point, suivant qu'ils subissent l'action des agents extérieurs, ils retournent à l'inorganisé et cristallisent, ou bien tendent en sens opposé et s'organisent. La cristallisation les rend *minéraux*, l'organisation les fait *vivants*. Nous avons dit (page 58) ce que nous pensions du caractère tiré de la propriété de cristalliser, et nous savons que les minéraux ne jouissent pas seuls de cette faculté ; ici, il n'est pas superflu de rappeler que les principes azotés, c'est-à-dire ceux qui nous intéressent, peuvent se présenter soit sous l'état amorphe, soit sous l'état cristallisé. L'asparagine et l'aleurone, ces pseudorganisés par excellence, cristallisent pour repasser à l'état amorphe

1. Roberts (W.), *Des ferments digestifs*, trad. in *Rev. int. des sc.* 1881, VIII, pag. 94.

et retourner prendre part à la circulation de la vie. On dirait que la nature s'est plu à établir elle-même le passage du pseudorganisé à l'inorganisé.

L'origine de ces corps n'est point discutée, car on n'a plus à opposer à leur formation spontanée le grand argument de la « force vitale », que nous avons laissée à la fin du précédent chapitre et qui, non définie elle-même, voulait tout définir par elle seule et interdisait toute explication autre que celle où elle intervenait. Nous sommes arrivés sur un terrain où les savants peuvent à leur aise manier les forces et la matière, les diriger, leur faire produire des phénomènes, sans être importunés par cette inconnue prétentieuse qui, sous prétexte d'éclairer les questions, ne faisait que les obscurcir. De l'avis de tous, les pseudorganisés sortent directement de la matière inorganisée et y retournent d'eux-mêmes. Nous sommes sur le domaine de la chimie pure, et notre rôle se terminerait en ce point s'il ne se trouvait que ces corps sont, ainsi que nous l'avons précédemment établi, précisément la base de toute organisation et, par là, de toute vie, de telle sorte que c'est par eux que nous allons être conduits, par une sorte de dissection, à la connaissance des phénomènes qui, chez les ferments figurés, composent cette « force vitale » et qui en font une entité si mystérieuse.

Les pseudorganisés se retrouvent donc partout dans les corps organisés ; vouloir en faire l'histoire serait vouloir faire celle de tous les animaux et de tous les végétaux ; telle n'est point notre intention. Nous ne voudrions même traiter la question qu'à un point de vue général, en nous bornant à l'étude du protoplasma ou sarcode végétal, cette matière pseudorganisée par excellence qui est la base de la vie des plantes ; mais nous ne pouvons arriver là sans avoir, à l'avance, parlé de certains protoplasmes spéciaux que leurs

rapports avec les protorganisés nous font un devoir d'étudier à part : nous voulons parler des ferments dits *ferments solubles* ou *ferments amorphes*, car nous ne devons pas oublier que la théorie chimique explique l'action des ferments figurés par l'action des ferments amorphes. Il nous faut donc maintenant suivre les chimistes dans leurs déductions, ce qui nous est facile, puisque nous sommes, comme nous le disions à l'instant, sur le terrain chimique. Nous aurons donc à nous occuper d'abord de ces ferments, que M. Béchamp a nommés *Zymases;* ce n'est que lorsque nous les connaîtrons que nous arriverons à l'étude du *Protoplasma*.

CHAPITRE PREMIER

ZYMASES

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Toute matière organique azotée, placée en certaines conditions, peut agir comme ferment, c'est-à-dire produire des dédoublements, soit pour ramener les matières complexes à des éléments plus simples, soit, inversement, pour amener la combinaison d'éléments simples en éléments complexes. Aussi, tout végétal ou portion de végétal, et surtout tout animal ou portion d'animal, tout fragment de sarcode, en un mot, peut agir comme agent de fermentation par ce fait seul qu'il a, pour base, de la matière pseudorganisée. Toute substance pseudorganisée est donc un ferment soluble, une *zymase*. Cependant, la plupart de ces matières semblent n'avoir aucun rôle spécial, et on les voit agir suivant la nature des milieux fermentescibles dans lesquels on les place. Elles ont les réactions générales, c'est-à-dire la vie générale des protoplasmes et ne semblent pas avoir d'attributions particulières. D'autres, au contraire, ont attiré l'attention des physiologistes, en raison d'actions caractéristiques qu'elles produisent avec une constance aussi grande que celle que nous avons trouvée chez les ferments figurés. Ce sont ces

substances pseudorganisées que nous allons étudier sous le nom de zymases.

Art. Ier. — Des différentes Zymases.

Nous aurons à passer en revue les différentes zymases des deux Règnes. On s'étonne peut-être que nous parlions des ferments solubles des animaux ; mais, si l'on a suivi nos études précédentes, on comprendra que nous ne puissions nous en dispenser. Le rôle qu'on fait jouer aux ferments figurés, comme causes de maladies, nous met dans la nécessité, si nous sommes panspermistes, de rechercher la nature des milieux fermentescibles dans lesquels nous avons la prétention de faire vivre nos microbes, et, d'autre part, nous force, si nous sommes spontéparistes, à montrer comment nous comprenons que des organismes végétaux puissent prendre naissance dans des milieux de nature animale. Dans les deux cas, il nous faut voir quelle est la nature de la matière pseudorganisée. Il y a plus : il nous faut encore étudier ces zymases animales, parce que certaines d'entre elles sont des poisons et qu'il est impossible de comprendre les phénomènes de la contagion des virus si l'on n'a pas pris, comme point de départ, les plus simples des virus : les venins.

1re SECTION. — ZYMASES DU RÈGNE VÉGÉTAL.

Le Règne végétal est avant tout producteur d'hydrate de carbone : c'est son rôle; il fixe de l'eau sur le carbone et produit ainsi des carbures d'hydrogène qui servent à l'entretien de sa vie propre et de celle des êtres vivants qui ne possèdent pas le même privilège de fabrication. Ces êtres sont les animaux et les végétaux dépourvus de chlorophylle. Ceux-ci ont besoin aussi de carbures pour faire de la chaleur et pour se sustenter et se multiplier. La quantité de ces composés ternaires est telle, dans le végétal, qu'il a fallu arriver jusqu'en ces derniers temps pour reconnaître derrière eux la

matière quaternaire ou protoplasma, et que les physiologistes et classificateurs anciens séparaient les deux Règnes en s'appuyant sur ce caractère différentiel : la plante est un composé ternaire, l'animal est un composé quaternaire. En résumé, la plante est faite de beaucoup de carbures d'hydrogène et d'une quantité relativement faible de matières azotées, les unes et les autres tantôt solubles, tantôt insolubles : insolubles à la période d'état ou de réserve, solubles à la période de mutation, transformation et assimilation.

Toute matière insoluble, que ce soit un carbure ou un composé azoté, a commencé par être soluble, a circulé, puis est devenue insoluble ; c'est à ce moment, période d'état, qu'elle a pris sa forme, c'est-à-dire qu'elle est devenue figurée ; mais cette période n'a pas été de longue durée, car, comme dans le monde, tout n'est que mouvement, tant qu'elle a vécu, elle s'est trouvée dans un mouvement d'échanges continus qui ont fait varier sa figure et ses dimensions, de telle sorte qu'à aucun moment de son existence elle n'a été précisément la même. Elle ne conserve définitivement sa forme que lorsque les éléments entrent en repos (relatif), c'est-à-dire sont pris de mort, ne réagissent plus contre les agents extérieurs ; c'est ainsi que se forme le squelette cellulosique qui constitue les végétaux, et qui restera tant que n'agiront pas sur lui des forces de destruction et de désorganisation de nature autre que celles qui agissent normalement, c'est-à-dire des forces pathogéniques ou de putréfaction. La formation de cellulose semble être comme le but de la végétation. Chaque cellule protoplasmique végétale sécrète autour d'elle une sorte de coquille, formée de cette matière insoluble, coquille qui lui donne sa forme et lui sert de support, d'enveloppe protectrice. Cette cellulose, quels que soient ses divers agencements, provient toujours de la solidification des hydrates de carbone.

Les hydrates de carbone destinés à la fabrication de la cellulose sont nombreux et se présentent sous des formes diverses, sans que pour cela leur composition chimique varie beaucoup : ce sont l'amidon, la dextrine, les saccharoses, les mannites, la pectine, les glycosides, etc. Quelques éléments d'eau déplacés peuvent toujours les ramener à de la glycose, et alors sous cette forme, devenus solubles, ils peuvent circuler et se porter là où ils sont utiles. Dans ces cas, ou bien ils sont utilisés de suite, ou bien ils sont le point de départ de nouvelles combinaisons d'attente ou de réserve qui, emmagasinées dans les cavités cellulosiques fabriquées à l'avance, seront plus tard dissoutes à nouveau pour recommencer à circuler.

A côté de ces matières ternaires, sauf peu d'exceptions, il faut

placer les corps gras, les huiles si abondantes dans certaines portions des plantes. Insolubles par leur nature, elles doivent aussi, pour servir à la vie végétale, subir une transformation qui les rende assimilables. Il n'y a pas à douter du rôle qu'elles sont appelées à jouer, quand on considère qu'elles forment la provision de l'embryon d'un grand nombre de plantes.

Des composés azotés.

Classification des composés azotés d'après Ritthausen **: albumines, caséines, substances solubles du gluten.**

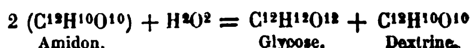
Les éléments ont été tour à tour rendus solubles par des matières pseudorganisées de nature protéique ; ce sont elles qu'on a nommées zymases. Un grand nombre existent dans les plantes et semblent aussi nombreuses que les actes différents qu'elles ont à accomplir ; on peut cependant les grouper sous trois chefs qui répondent aux trois phénomènes principaux qui caractérisent la vie végétale. Il y a, en effet, à obtenir : 1° la fluidification des hydrates de carbone, 2° la fluidification des matières grasses, 3° la fluidification des matières azotées. Nous allons les passer rapidement en revue.

§ 1er. — Fermentation des hydrates de carbone.

D'après ce que nous avons dit plus haut des fonctions et de la nature des végétaux, il est facile de comprendre que c'est à ce groupe de fermentations que se rattachent la plupart des phénomènes physiologiques qui s'accomplissent à l'intérieur de ses cellules. Les hydrates de carbone forment le fond de sa constitution, et presque toutes ses fonctions peuvent se ramener à leur utilisation. C'est donc ici surtout que nous rencontrerons les ferments qui servent à la vie végétale. D'abord, comme point de départ, nous pouvons dire que tous les hydrates, ou à peu près tous, doivent, pour être utilisés, passer par l'état de glycose.

a. — Ferment des matières amylacées.

Nous le connaissons déjà ; nous l'avons vu agir pour préparer la fermentation alcoolique par la levure de bière. Il agit en transformant l'amidon en glycose par hydratation. On admet que la molécule amidon se dédouble en dextrine et en glycose.



$$2\,(C^{12}H^{10}O^{10}) + H^2O^2 = C^{12}H^{12}O^{12} + C^{12}H^{10}O^{10}$$

Amidon. Glypose. Dextrine.

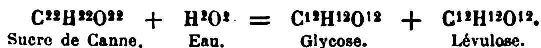
La diastase agit ainsi non seulement sur l'amidon des céréales, mais sur la dextrine, l'inuline, le mucilage, la bassorine, le paramylon, la lichénine, la cellulose, etc. ; mais souvent la réaction doit être aidée par l'addition d'eau acidulée.

Ce sont MM. Payen et Persoz qui ont isolé les premiers la *diastase végétale*. Elle existe dans les graines des céréales et se développe pendant la germination ; c'est pour cela que, dans la fabrication de la bière, on commence par faire germer l'orge pour obtenir le malt. L'amidon s'est, sous son action, transformée en maltose (sorte de glycose) ; de $C^{12}H^{10}O^{10}$, il est devenu $C^{12}H^{12}O^{12}$ en absorbant de l'eau. Cette action n'est point une simple imbibition, comme on pourrait le croire au premier abord. L'effet est plus complexe ; l'amidon a dû être décomposé ; ses molécules ont été dissociées par l'intercalation des molécules d'oxygène et d'hydrogène. Une portion du carbone a même été brûlée, comme le prouvent la chaleur et l'acide carbonique qui ont été produits.

Puissance de la diastase : SCHUTZEMBERGER, KJELDAHL. — **Recherches de** DUBRUNFAUT, **de** BÉCHAMP : **Morozymase** ; **de** KOSMANN ; **de** GORUP-BESANEZ ; **de** BARANETZKI ; **de** LUCA ; **de** SACC.

b. — Ferments des Saccharoses.

Nous avons dit plus haut que le sucre de Canne ne pouvait donner de fermentation alcoolique que s'il était transformé. Il faut qu'il soit touché par un ferment et que, sous son action, il absorbe de l'eau de manière à se changer en glucose. Mais il se passe une chose curieuse dans ce dédoublement : les glycoses qui en sortent ont un pouvoir rotatoire différent ; l'une, la glycose proprement dite, dévie à droite le plan de polarisation (+ 104), tandis que l'autre, la lévulose, le dévie à gauche (— 106). Cette interversion (c'est ainsi qu'on nomme ce phénomène) une fois opérée, le sucre de Canne peut fournir de l'alcool. La glycose fermente la première, puis vient le tour de la lévulose :



$$\underset{\text{Sucre de Canne.}}{C^{22}H^{22}O^{22}} + \underset{\text{Eau.}}{H^{2}O^{2}} = \underset{\text{Glycose.}}{C^{12}H^{12}O^{12}} + \underset{\text{Lévulose.}}{C^{12}H^{12}O^{12}}.$$

Tous les sucres qui ont la même formule que le sucre de Canne, ou un multiple, se comportent de même ; nous citerons : la *mélézitose* ou sucre du Mélèze ; la *tréhalose*, sucre du Tréhala ; la *mélitose* [1],

1. La mélitose se dédouble aussi en deux glycoses, mais une seule est ultérieurement susceptible de fermentation alcoolique ; la seconde (*Eucalyne*)

sucre de la manne d'*Eucalyptus;* la *mycose*, sucre des Champignons; les *gommes* arabique, adragante, *nostras*, etc.

Fermentation inversive. Le ferment inversif est sécreté par le *Saccharomyces* : Berthelot. Opinion de Béchamp.

c. — Ferments pectiques.

« La *pectose* est, d'après M. Frémy, une substance neutre, non azotée, insoluble dans l'eau et dans l'alcool; on la rencontre dans diverses parties des plantes, mais surtout dans quelques racines et dans les fruits non encore arrivés à maturité ; sous l'influence d'un ferment particulier, elle se transforme, comme les autres hydrates de charbon, en une matière soluble. Ce nouveau corps est la *pectine ;* il est inodore, insipide, soluble dans l'eau, à laquelle il communique une consistance mucilagineuse, visqueuse.

« La pectine, à son tour, pendant la vie du végétal, devient d'abord de l'*acide pectosique*, plus tard de l'*acide pectique*, et enfin de l'*acide métapectique*. Ces acides s'unissent aux bases produisant des sels qui, au contact de l'eau, donnent ce que l'on appelle les gelées végétales.

« Par leur apparence, ces composés se rapprochent beaucoup des gommes, des mucilages, et ils possèdent, comme eux, la propriété de donner de l'acide mucique par l'action de l'acide azotique. Ce ne sont peut-être que des formes diverses d'un même corps [1]. »

Le ferment qui a agi dans ces cas a été isolé par M. Frémy, qui l'a nommé *pectase*. Il se rencontre dans les carottes et peut en être facilement retiré. L'ébullition lui fait perdre ses propriétés.

De la pectine. Cfr. Payr et Meyer (L.), Gerhardt, Figuier et Poumarède. Fonctions de l'acide pectique : Sacc.

d. — Ferments des glycosides.

Les glycosides peuvent se diviser en deux groupes : 1° ceux qui ont la composition ternaire et qui peuvent se rapprocher des différents produits que nous avons déjà passés en revue ; 2° ceux dans

résiste à l'action de la levure et aussi à celle des alcalis. (Berthelot., *Ann. de chim. et de phys.*, 3e sér., XLVI, pag. 66.)

1. Marchand (L.), *Enumér. des produits fournis à la médecine et à la pharmacie par l'ancien groupe des Térébinthacées*, 1869, pag. 30.

la composition desquels on voit entrer l'azote et qui, par là, se rapprochent des composés quaternaires, que nous étudierons dans un instant. On ne peut, cependant, séparer les deux groupes, parce que, d'une part, dans tous le caractère dominant est la transformation du glycoside par dédoublement en glycose et en un principe particulier variable, et, d'autre part, parce que l'action est déterminée par un même ferment.

1er groupe. Salicine, chlorisalicine, hélicine, arbutine, phlorhizine, esculine, daphnine, coniférine, rubbian.

2e groupe. Fermentation des amandes amères : ROBIQUET, LIEBIG et WŒHLER, BUSSY. **Fermentation des graines de moutarde :** ROBIQUET et BUSSY, BOUTRON et FRÉMY.

§ II. — Fermentation des matières grasses.

« Il existe dans les graines oléagineuses un ferment non encore isolé, qui dédouble les corps gras neutres, car il suffit de broyer ces graines avec de l'eau pour constater, au bout de peu de temps, la présence de la glycérine dans le liquide et la mise en liberté d'acides gras.

« On sait aussi que les huiles et les graisses s'acidifient en général quand elles sont exposées à l'air; c'est encore le fait d'une fermentation plus lente, due aux matières albuminoïdes que contiennent les corps gras impurs. Sous l'influence de l'eau aidée de la chaleur, des acides ou des bases, les corps gras se dédoublent en glycérine et acides gras. »

Il est bien certain que cette fermentation se passe dans les plantes; ce n'est pas autrement qu'on peut s'expliquer la germination des graines, dont la provision de sucs est une substance grasse. Des expériences faites par M. G. Fleury [1] sur la germination des graines oléagineuses, il semble ressortir que les graisses sont transformées d'abord en glycose, puis utilisées comme les autres matières ternaires.

§ III. — Fermentation des matières albuminosiques.

La connaissance de ces ferments intéressants remonte à peine à quelques années; ce n'est, en effet, que depuis que l'attention a été

1. Fleury (G.), *Recherches sur la germination*, in *Ann. de chim. et de phys.*, XIII, pag. 478.

appelée sur les plantes appelées *insectivores* ou *carnivores* qu'on a songé à rechercher si les cadavres des victimes faites par ces plantes servaient à leur nutrition.

L'impulsion a été donnée par M. F. Darwin, qui suivit tous les phénomènes sur le *Drosera rotundifolia*, en particulier, et, en général, sur les différentes plantes de la famille des Droséracées et de celle des Lentibulariées. Il vit les tentacules glanduleux du *Drosera rotundifolia* se montrer d'une sensibilité extrême pour l'aliment azoté, se tendre et s'infléchir sous l'action de doses infinitésimales d'une solution de sel ammoniac. Le protaplasma intérieur quitte les parois des cellules, se rapproche de l'axe et par ce mouvement produit l'inflexion des appareils. Le liquide sécrété dans ces plantes est un ferment identique à la pepsine animale. Comme celle-ci, la pepsine végétale digère les albuminoïdes, mais à la condition de la présence d'un acide; or dans le *Drosera* l'acidité proviendrait, d'après M. Franckland, de l'acide propionique, ou de l'acide valérianique, ou encore d'un acide gras de la série acétique.

La diastase végétale peut être remplacée par la diastase animale, que nous étudierons plus tard et de plus, suivant Magendie et M. Berthelot, par toute substance albuminoïde en état de se décomposer. Dans le premier cas, l'action est tout aussi énergique; dans le second, elle l'est moins, en général. C'est à cette sorte d'action qu'on doit rapporter les fermentations glycosiques des féculents, opérées par le gluten en décomposition et par un principe albuminoïde qu'on rencontre dans les graines des céréales et qu'on nomme pour cette raison *céréaline*. Soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, elle agit comme ferment sur l'amidon, la dextrine, la glycose et le sucre de Canne (et, par là, se rapproche de la morozymase); sa solution aqueuse perd de son activité par la chaleur à partir de 60° et quand on la précipite par l'alcool concentré ou les acides. Un liquide formé de 9 parties d'eau et 1 d'alcool la précipite sans lui faire perdre son activité. Elle transforme l'amidon en dextrine, la dextrine en glycose, et la glycose en acides lactique et butyrique, si le contact est prolongé. Elle altère profondément le gluten ; celui-ci, entre autres produits, donne de l'ammoniaque, une matière dont la couleur brune rappelle l'apparence des matières appelées *ulmines*, et un produit azoté capable de transformer le sucre en acide lactique, toutes causes de la couleur et de la saveur du pain bis [1]. »

1. Littré (E.), Robin (Ch.), *Dictionnaire de médecine et de chirurgie*, art, CÉRÉALINE.

Expériences de Darwin, Reess, Will **et** Reess, Lawson-Tait, Vines, Clémens, Wittmach, Wurtz **et** Bouchut, Gorup-Bésanez **et** Will. — **Du pain-soupe :** Scheurer-Kestner.

§ IV. — Venins végétaux.

Certaines sécrétions végétales introduites dans les tissus animaux amènent des accidents comparables à ceux que produisent certains ferments solubles que nous rencontrerons dans le Règne animal.

Venins des Urticées et en particulier de l'*Urtica urens*, du *Laportea gigas*, de l'*Urera longifolia*, du *Trogia*, des *Cnidoscolus*, des *Loasées*, etc.

Putréfaction végétale. — Lorsque, par suite d'une cause normale ou par accident, par vieillesse ou par maladie, la colonie de cellules qui forme une plante ne peut plus accomplir en toute liberté et avec toute facilité les échanges qui constituent le mouvement vital d'ensemble, la communauté cesse de fonctionner avec cette harmonie qui faisait la vie. Alors chaque organe reprend une indépendance dont il ne peut souvent bien profiter longtemps, et il se voit obligé de rendre à la liberté chaque cellule qui elle-même dissocie ses éléments; les molécules se désagrègent, et les atomes sont libérés des liens antérieurement contractés. La mort a ainsi amené la dispersion, la décomposition, la volatilisation des éléments constituants de la plante; il n'en reste plus que le souvenir et les atomes qui sont rentrés au centre commun de production, pour être, de nouveau, utilisés à la confection d'un autre être. Tout est disparu : hydrates de carbone, albuminoïdes et graisse, les ferments et les matières fermentescibles ; mais la disparition ne se fait pas toujours d'une manière identique, alors même, qu'en apparence, le cadavre végétal est abandonné aux mêmes agents de destruction; car, ici, comme dans les cas où ils travaillent pour produire la vie, les amorphes se laissent influencer par les milieux.

Erémacausie. Formation du terreau, des tourbes, des lignites, des houilles, etc.

2e section. — Zymases du Règne animal.

L'étude des pseudorganisés du Règne animal ne rentre dans notre cadre que parce que nous avons à étudier leurs rapports avec les

Schizophycètes protorganisés qui se montrent dans l'économie animale et sont souvent corrélatifs d'un travail pathologique. Quels rapports de nature et d'origine peuvent, en effet, avoir entre eux des microbes végétaux et des éléments d'essence animale? Comment peut-on songer à faire sortir les uns des autres, à faire naître la végétalité de l'animalité? Une barrière infranchissable ne sépare-t-elle pas les deux Règnes? Nous ne reviendrons pas sur ce sujet; il nous faut pénétrer plus avant dans la question et montrer comment cette barrière s'abaisse et devient nulle. *A priori*, on doit le pressentir; mais nous allons essayer de le prouver en étudiant les ferments amorphes animaux, que nous allons reconnaître identiques aux ferments amorphes végétaux et capables de les suppléer ou même de les remplacer.

Comme la plante, l'animal peut être représenté par une sphérule de matière plasmique, *zooblaste*, dans laquelle la première ébauche d'organisation est caractérisée par la solidification sous forme d'enveloppe de la partie extérieure, servant alors de protection au reste de la masse, qui, plus molle et plus agissante, opère à son intérieur les échanges vitaux. Un degré d'organisation de plus, et la cellule primordiale s'ébauche distincte du reste, reconnaissable au microscope par son double contour. L'être est devenu une cellule proprement dite avec son sarcode intérieur. Dans les animaux inférieurs, souvent la membrane enveloppante s'incruste de calcaire, voire même de cellulose (tout comme chez les végétaux); mais, la plupart du temps, l'enveloppe reste composée d'albuminoïdes plus ou moins condensées. Si plusieurs sphéroïdes ainsi constitués se réunissent, on a des êtres plus complexes, pluricellulaires, qui peuvent, à leur tour, vivre isolés ou se réunir en colonie; on a alors les *zoonites*, qui, lorsqu'ils sont incrustés de calcaires, prennent le nom de polypiers. Mais de même que plusieurs cellules peuvent, se réunissant, former des zoonites, on peut voir des zoonites se réunir pour former des animaux plus élevés en organisation, différents des premiers en ce que chaque organisme appelé à vivre en société, fait abnégation de son indépendance, consent à ne point mettre en œuvre ses facultés générales, qui, s'il eût vécu seul, lui eussent permis de suffire à tous ses besoins, et concourt, suivant ses aptitudes, au travail de l'association. Ainsi se sont créés les organes. — De même, dans la société humaine, les individualités s'associent pour s'entre-aider et pour vivre mieux par suite des combinaisons plus ou moins heureuses des associés : les uns s'occupant de l'alimentation, les autres du vêtement, ceux-là de la direction

générale. De telle sorte que l'animal le mieux constitué peut être regardé comme une congrégation d'individualités réunies dans le but de tirer le meilleur parti possible des conditions d'existence. Les organes ou dépendances de cet ensemble sont reliées à la direction (cerveau) par des fils (nerfs) qui font connaître les besoins de chacun d'eux et rapportent les ordres. Des filets nerveux plus petits réunissent, de même, les organites de chaque organe et communiquent avec les nerfs principaux, de telle sorte que la direction est en rapport avec toutes les individualités agissantes qui dépendent d'elle et dont elle dépend elle-même. Ajoutons qu'un réseau extrêmement riche de canaux permet de transmettre, à tout instant, les matériaux de fabrication (sang) nécessaires à chaque travailleur et donne, à celui-ci, le moyen de se débarrasser soit des produits fabriqués (sécrétions), soit des résidus de la fabrication (excrétions, lymphe).

Cet ensemble, bien simple en lui-même et pourtant fort compliqué dans ses détails, forme ce qu'on nomme l'animal, dans lequel on a reconnu les organes divers, digestifs, respiratoires, etc., les nerfs, le cerveau et les systèmes des veines, des artères, et les lymphatiques. Un caractère de ces associations, assez général chez les animaux et qui est une exception dans les végétaux, c'est qu'elles forment un tout libre indépendant du sol qui les porte, pouvant se déplacer, voyager et transporter au loin leur organisation. En sorte qu'il y a, entre le végétal et l'animal, la différence qu'il y a entre une machine à vapeur fixe et une machine à vapeur mobile. L'une fonctionne sur place, l'autre peut fonctionner partout où elle se transporte, pourvu que, là où elle s'est transportée, elle trouve les éléments nécessaires à sa vie, c'est-à-dire à son fonctionnement.

N'y aurait-il donc entre l'animal et la plante qu'une aussi minime différence que celle qui existe entre une machine fixe et une locomobile ? Hélas ! malgré le profond respect que nous professons pour le Règne auquel nous appartenons, nous sommes obligés de déclarer qu'il nous est difficile, au point de vue physiologique, d'y voir d'autre différence. Nous allons essayer de démontrer cette proposition pour ce qui nous concerne actuellement.

Chez l'animal, comme chez la plante, la vie est faite du mouvement d'échange qui s'établit, sous l'influence des impondérables, entre les matériaux venus de l'extérieur et ceux qui sont déjà en place. Si l'assimilation remplaçait toujours par une quantité équivalente, et la même en tous points, la masse de matière qu'emporterait la désassimilation, le corps serait toujours en même état. Et, si semblable trouvaille venait à être faite et appliquée, l'être resterait indéfini-

ment dans la période d'état, qu'il soit enfant, jeune ou vieillard. On aurait découvert le moyen d'être immortel. Mais tel n'est point le cas des choses. L'existence de toute chose présente un début, un accroissement, une période d'état, un déclin et une fin. La période de début semble dominée par la fluidité des protoplasmes, qui produit des actions énergiques; la période de fin paraît être, au contraire, le résultat de l'enkystement ou l'incrustation de ces mêmes protoplasmes par les résidus accumulés des actions vitales. Entre ces deux extrêmes est un point, *la période d'état*, vers lequel on tend pendant la jeunesse et d'où l'on s'éloigne pendant la vieillesse. — Chez la plante, l'incrustation des protoplasmes se fait plutôt par des matières cellulosique et terreuse; chez l'animal, elle se fait de préférence de matière albuminoïde et terreuse; la différence est là; chaque Règne utilise ses produits : les végétaux ne sont-ils pas fabricants de cellulose et les animaux frabricants d'albuminoïde? Car si l'on rencontre chez les animaux les mêmes matériaux de composition que chez les végétaux : albumines, hydrates de carbone et matières grasses, l'analyse quantitative démontre que ces matières sont réparties dans les deux Règnes d'une façon toute différente. Les albuminoïdes et les graisses, relativement peu répandues dans les végétaux, sont accumulées dans les animaux en quantités telles qu'on a pu les regarder comme en étant exclusivement formés; par contre, les hydrates de carbone, l'amidon entre autres, sont si rares qu'il a fallu arriver jusqu'à ces derniers temps pour les voir signalés comme entrant dans leur composition. Toutefois les hydrates qu'ils empruntent, presque tous, au Règne végétal jouent un grand rôle dans la vie des animaux, car ce sont eux qui se transforment en matières albuminoïdes et graisseuses, sorte de transsubstantiation dans laquelle le végétal se fait animal.

Classification des albuminoïdes chez les animaux : Hoppe-Seyler. Albumines solubles, globulines, fibrines, albuminates, acidalbumines, substance amyloïde, matières albuminoïdes coagulées, peptones.

L'animal doit porter en lui les ferments qui sont destinés à mettre en jeu, à dissoudre et, suivant les besoins, à coaguler les différentes substances que nous venons de passer en revue et, de plus, celles qui, introduites du dehors, sont destinées à devenir, par digestion et assimilation, partie intégrante du corps de l'animal. Ces substances fournies par l'animal lui-même sont les ferments nor-

maux, les ferments physiologiques. A côté de ceux-ci, nous aurons à en étudier d'autres, qui se produisent par les mêmes procédés, mais lorsque l'économie est dans des conditions anormales, et qui sont les ferments de maladie ou ferments pathologiques. La nature essentiellement azotée ou albuminosique de l'animal en fait une sorte de ferment complexe, sans cesse en action de composition et de décomposition dans toutes les portions de son être; ce mouvement incessant, en vertu de la loi formulée page 62, lui donne une activité vitale toute spéciale, imprimant aux animaux un caractère propre qui les distingue de la plante, où les mêmes mouvements sont bien moins actifs, et des corps inorganisés où ils sont si lents qu'ils ne sont pas perceptibles. Cette activité vitale se continue après la mort, et c'est alors que se forment les zymases cadavériques.

Nous diviserons les ferments amorphes animaux en : 1° ferments normaux ou physiologiques; 2° ferments pathologiques.

§ I. — Ferments normaux physiologiques.

Nous comprenons sous ce nom tous les ferments qui interviennent pour accomplir les actes physiologiques dont l'ensemble assure la vie de l'animal; en les considérant chez les animaux supérieurs, où la division du travail est plus grande et les phénomènes plus complexes, nous voyons qu'on peut les diviser en deux classes : 1° les ferments digestifs; 2° les venins, ou ferments accessoires.

1° Ferments normaux de digestion.

Les substances que les animaux ont à digérer sont : des 1° matières féculentes; 2° des matières grasses; 3° des albuminoïdes. Il y a donc, à ce point de vue, la plus grande ressemblance entre l'animal et la plante; au reste, nous ne voulons pas insister; ces faits sont désormais mis hors de conteste depuis les savantes recherches de Cl. Bernard. Il ne nous reste plus qu'à voir quelles sont les zymases chargées de ces diverses digestions et à rechercher si elles ont quelques analogies avec celles qui ont été produites chez les plantes dans le même but : la transformation des aliments insolubles, non transportables dans le torrent circulatoire, en aliments solubles, qui peuvent être très facilement apportés où le besoin s'en fait sentir. De même, devrons-nous rechercher s'il en est qui, par contre, sont chargées de rendre insolubles, c'est-à-dire d'organiser, les matériaux arrivés à l'état de solubilité.

A. — Fermentation des matières amylacées.

Le Règne animal est tributaire du Règne végétal, en ce sens que c'est à lui qu'il emprunte tous les éléments de sa composition, et ces éléments ne sont autres que les hydrates de carbone que nous avons vu fabriquer par la végétation. Si, accidentellement, l'animal est carnivore, il ne faut pas oublier que la chair dont il se nourrit a, nécessairement, été faite par un herbivore qui a dû opérer la transformation pour son propre compte. Ce sont ces considérations qui ont fait dire que, sans la végétation, l'animalité ne pourrait exister, d'où l'on a conclu que la vie végétale a dû précéder sur notre globe l'apparition de la vie animale. Déduction hasardée peut-être, car, s'il est absolument vrai que les grands animaux ne pourraient se passer de la végétation, il n'en est pas moins vrai que pour les animaux inférieurs cette loi n'est en rien prouvée. Les premiers protorganisés, animaux ou végétaux, marchent sur la même ligne et semblent s'être développés simultanément; la séparation bien nette ne s'est faite qu'à partir du jour où, la chlorophylle étant apparue et les hydrates de carbone ayant été formés, le besoin s'est fait sentir de les ramener à leurs éléments premiers en les faisant décomposer par l'animalité.

Diastases : 1° diastase salivaire : Mialhe; 2° pancréatine : Bouchardat et Sandras; 3° diastase des glandes de Brunner; 4° travaux de E. Munck; 5° diastase hépatique : Cl. Bernard, William Roberts, Berthelot.

B. — Fermentation des saccharoses.

a. — Ferment inversif.

Cl. Bernard a trouvé dans le suc de l'intestin grêle un ferment soluble qui semble chargé d'opérer l'inversion des saccharoses et qui paraît être identique au *ferment inversif* de la levure. MM. Bouchardat et Sandras l'avaient deviné, mais non prouvé. Il suffit, pour démontrer cette action, d'enfermer dans une anse intestinale, isolée par deux ligatures, une solution de saccharose pure, pour voir en peu de temps le sucre s'intervertir et devenir propre à réduire l'oxyde de cuivre de la liqueur de Fehling. On obtient le même résultat en mettant la solution en contact avec une infusion de membrane muqueuse intestinale. Ce ferment a été trouvé par

Cl. Bernard dans l'intestin grêle du chien, du lapin, des oiseaux et des grenouilles, par M. Balbiani dans l'intestin des vers à soie, par M. W. Roberts dans l'intestin grêle du cochon, du poulet et du lièvre. Probablement existe-t-il dans l'intestin grêle de tous les animaux. On n'en trouve point dans le gros intestin.

b. — Ferment des matières grasses.

Le suc pancréatique émulsionne instantanément les graisses, c'est-à-dire qu'il les divise en fins globules qui, dès lors, peuvent pénétrer dans les vaisseaux et circuler. Une deuxième fermentation s'opère ensuite, amenant le dédoublement des graisses en acides et en glycérine et, par là, provoquant la saponification qui rend ces corps absorbables [1]. Il semblerait donc qu'il y a là deux ferments : le ferment émulsif, qui agit instantanément; puis le ferment saponifiant, qui agit plus lentement, commençant pendant que l'émulsion traverse les chylifères et les vaisseaux sanguins, et se terminant dans les tissus.

« Peut-être, dit M. Strasburger, lorsqu'on aura réussi à isoler le ferment émulsif du suc pancréatique, lui trouvera-t-on les mêmes propriétés qu'à l'émulsine ou synaptase. » M. Paschutin [2] prétend qu'on peut extraire ces ferments émulsifs du pancréas au moyen d'une solution de bicarbonate de soude.

Le suc intestinal dédouble les corps gras de la bile et les transforme en glycérine et en acides gras. Il agit aussi par son alcalinité, sans doute, sur les acides de cette sécrétion et les change en glycocolle, taurine et acide cholalique.

« Il est remarquable, suivant Brinton, que la température particulière à laquelle agit la pepsine dépend de l'animal qui l'a produite. Ainsi, la pepsine des poissons n'agit pas à la température du corps des mammifères [3]. »

De la trypsine; du ferment coagulatif. Cfr. William Roberts.
Ferment de la fibrine : Schmidt (Al.), Gangée, Léon Fredericq.

Les produits de toutes ces fermentations physiologiques, qui constituent la digestion, sont transmis au sang; charriés par lui dans toutes les directions, ils viennent sur tous les points apporter des

1. Bernard (Cl.), *Leçons sur les phénomènes de la vie*, 1879, II, pag. 346.
2. Paschutin, ex Hoppe-Seyler, *Physiologische Chemie*, 1878, pag. 257.
3. Gautier (A.), *Les fermentations*. Thèse agrég. Faculté méd., 1869, pag. 82.

matériaux de reconstitution, et le torrent remporte une partie des déchets de la désassimilation ; mais, dans l'intimité des tissus, qui a provoqué l'échange? Des ferments aussi, sans doute ; au reste, on en rencontre partout, il n'est pas un point où il soit possible de n'en pas trouver au moins un. « Les muscles à l'état de repos sont neutres ; les muscles à l'état de travail ou les muscles morts deviennent acides par de l'acide sarcolactique (E. du Bois-Raymond). Si l'on rapproche cette observation de ce fait que les muscles contiennent de l'inosite et de la dextrine et que ces deux substances, soumises, au dehors de l'économie, à l'action de l'albumine en état de se transformer, donnent aussi de l'acide lactique, il sera difficile de ne pas voir, dans la présence de cet acide dans les muscles, le fait d'une fermentation de la dextrine et du sucre musculaires [1]. »

C. — Fermentation des matières albuminosiques

a. — Pepsine.

Le ferment est contenu dans le suc gastrique, liquide, clair, teinté de couleur citrine, de saveur acidule salée. Il dissout les chlorures, ce qui a fait croire qu'il contenait de l'acide chlorydrique. Il doit son acidité à l'acide lactique. La pepsine est l'élément actif du suc gastrique, qui, sans elle, ne ferait que ramollir et gonfler les substances animales qu'on mettrait macérer. Toutefois, la pepsine reste elle-même inerte, si elle ne rencontre pas le concours de l'acide lactique.

La pepsine a été trouvée par Schwann en 1836; elle rappelle l'albumine et se coagule vers 100°. L'alcool anhydre la précipite des solutions alcooliques diluées, en flocons blancs qui restent sur le filtre et donnent une substance grise compacte. Une solution bouillie ne dissout plus le blanc d'œuf.

La pepsine du commerce est un principe complexe. Celle qu'on retire de la présure a été nommé *chymosine* par Deschamps.

Nous avons eu l'occasion de dire que cette pepsine semblait être identique avec celle qu'on a signalée dans les végétaux.

On a trouvé de la pepsine dans les muscles, dans le sang, dans l'urine. Ce ferment semble donc être partout où il y a des albumines à transformer. Bretonneau avait déjà annoncé que la viande introduite dans une plaie sous-cutanée pouvait s'y digérer comme dans l'estomac.

1. Gauthier (A.), *Les fermentations,* Thèse agrég. Fac. méd., 1869, pag. 90.

On rencontre ainsi partout dans l'économie des zymases à fonctions inconnues et qui se découvrent chaque jour. Rappelons, entre autres, l'action singulière que M. Berthelot a reconnue au tissu du testicule, qui se trouve jouir de la propriété de transformer en glycose la mannite, la dulcite et la glycérine.

Tels sont les ferments digestifs des animaux. En jetant un regard en arrière, on ne peut s'empêcher de les comparer avec les ferments que nous avons trouvés chez les plantes et qui produisent les mêmes actions. La diastase de l'orge germée agit comme les diastases animales, de même les ferments des albuminoïdes, de même ceux des matières grasses. Y a-t-il identité entre les deux ordres de ferments? Beaucoup le soutiennent, et pour ne parler que de la diastase, qui est le ferment le plus connu de tous, la plupart des auteurs la croient identique chez le végétal et chez l'animal.

Opinions de Mialhe, de Kjeldahl, de Th. Defresne et de W. Roberts.

Que l'identité des ferments soit complète, ou bien qu'il n'y ait qu'analogie, les résultats généraux sont les mêmes, comme l'a démontré Cl. Bernard, et la digestion a cessé d'être l'attribut exclusif du Règne animal, à moins qu'on en reste aux vieux errements et aux définitions démodées. « Si l'on tient à ces limites restreintes, les plantes ne possèdent point de fonctions digestives, car elles n'ont ni canal alimentaire ni aucun vestige d'appareil digestif. Mais, si l'on va plus au fond de la question, on ne tarde pas à reconnaître que les plantes digèrent aussi bien que les animaux et que, dans les deux Règnes de la nature, le phénomène est essentiellement identique... Il est nécessaire de reconnaître que la digestion a deux types ou formes : la digestion qui a lieu extérieurement, à la surface de l'organisme (peau et muqueuse intestinale), et la digestion qui a lieu intérieurement, dans la trame même des organes et des tissus... Ces deux types de digestion sont essentiellement analogues, aussi bien par leurs agents que par les phénomènes qui les accompagnent, et, quoique l'un d'eux soit plus développé dans le monde animal et l'autre plus largement répandu parmi les végétaux, les deux ont des représentants dans les deux Règnes, ce qui nous atteste l'unité fondamentale de la nutrition chez les plantes et chez les animaux [1]. »

1. Roberts (W.), *Des ferments digestifs*. Trad. in *Rev. inter. de Sc.* 1881, VIII, pag. 89.

2° Venins.

Les venins sont des liquides sécrétés par certaines glandes particulières qui se rencontrent chez quelques animaux, chez les serpents, certaines araignées, les tarentules, les scorpions, les grenouilles, les crapauds, les salamandres, les abeilles, les guêpes, les myriapodes, l'ornithorhynque, les cousins, etc., etc. Ces liquides sont, le plus souvent, conservés en provision dans des réservoirs, de manière à être utilisés par l'animal à volonté, comme moyen de défense ou d'attaque; ils varient suivant les espèces animales dont ils proviennent. La substance pseudorganisée active peut être extraite et séparée des éléments étrangers auxquels elle est mélangée. Le venin manifeste son inoculation par des troubles qui non seulement sont locaux, mais peuvent avoir un retentissement sur l'économie générale et parfois amener la mort. Cette terminaison tient moins à la nature du venin qu'à la quantité du liquide qui a été inoculé, ce qui le rapproche des poisons cristallisables. Les venins agissent à la manière des zymases, mais ils ne se reproduisent point dans l'économie de l'être qui a été inoculé, ou tout au moins ils ne se régénèrent point dans les tissus qui ont été contaminés. Ils semblent agir par action décomposante.

Recherches sur les Venins : Weir-Mitchell, Moquin-Tandon, Bonaparte (Ch.), Viaud-Grand-Marais, Paul Bert, de Lacerda. **Vipérine, Crotaline, Echidnine. — Des Alexipharmaques et antidotes. De l'envenimation; de l'immunité des charmeurs de serpents.**

La propriété que présente la salive de devenir venimeuse est sans doute beaucoup plus répandue dans le Règne animal qu'on a été porté à le croire jusqu'ici. Il résulte des expériences de M. Pasteur et de M. Vulpian que, dans certaines maladies, ou même en état de santé, à jeun, l'homme peut avoir la salive assez venimeuse, pour qu'injectée à des lapins elle en amène la mort avec production dans le sang de microbes en forme de 8 qui, inoculés à d'autres lapins, les tuent également. C'est, ainsi que nous l'avons vu, l'ignorance où l'on était de ces propriétés qui a amené de singulières erreurs d'observation et qui ont pu faire penser, un instant, qu'on avait découvert le ferment du virus de la rage. Toutefois, on doit encore se demander ici si les accidents sont dus à l'inoculation de la

la diastase salivaire modifiée, ou bien à l'inoculation du microbe en forme de 8 qui se rencontre presque constamment dans la salive de l'homme, soit à jeun, soit après le repas. En tout cas, il semble bien prouvé que la maladie provoquée par la salive normale humaine n'est point la rage, comme, à un moment donné, des déductions qui pouvaient paraître logiques semblaient le faire croire.

§ II. — Ferments pathologiques. Virus.

« Pour Paracelse (1493-1541), le corps de l'homme est un composé chimique ; les maladies ont pour cause une altération quelconque de ce composé ; les fièvres putrides, par exemple, sont dues à des substances excrémentitielles qui, au lieu d'être rejetées, sont retenues dans l'économie » ; les observations modernes, ainsi que nous avons pu en juger, tendent à nous ramener à cette manière de voir. En effet, les différents éléments qui composent le corps si complipliqué des animaux peuvent se ramener par l'analyse à un certain nombre de composés de différentes natures, qui sont mis en action de décomposition et de recomposition par d'autres corps dont la nature chimique ne fait aucun doute, et qui occasionnent des fermentations d'autant plus nombreuses que la composition des corps est elle-même plus compliquée. De telle sorte que l'on peut dire que tous ces êtres ne sont faits que de matières fermentescibles et de ferments, et que leur vie n'est qu'une suite de fermentations. Lorsque toutes les actions s'accomplissent normalement, les êtres restent en santé; lorsqu'au contraire, sous l'influence de causes diverses, ces actions deviennent anormales il y a maladie.

Il est facile de comprendre comment, si par une cause quelconque, les ferments pancréatiques ou gastriques, par exemple, viennent à être altérés dans leur qualité ou leur quantité, la digestion se faisant d'une façon vicieuse, il puisse en résulter un grand dommage pour l'économie. Une nutrition incomplète amène une réparation insuffisante et le sang ne charriant plus les éléments nécessaires, il en résulte une inanition des organes qui peut devenir funeste : les organites cérébraux chargés de la direction de toute la machine animale, atteints, comme les autres, n'accomplissent plus aussi bien leurs fonctions, en sorte que cette simple altération d'un ferment peut avoir un retentissement sur toutes les fonctions. De même, on s'explique comment sous l'action d'un coup, d'une brûlure, les tissus conjonctifs et musculaires peuvent être d'abord *localement*

entravés dans leurs fermentations; des actions nouvelles se développent; le sang se charge, en passant dans ces organes, de matériaux pathologiques qui circulent avec les autres éléments; ceux-ci en sont fâcheusement influencés, et le liquide ainsi modifié va partout dans les tissus emportant des humeurs délétères. Encore, ici, le mal, qui a débuté localement, peut se généraliser et les centres nerveux être atteints comme les autres. L'affection s'est *généralisée*. La fièvre n'est qu'une modalité de ces généralisations.

Chez les animaux supérieurs, le système nerveux, très développé, peut devenir lui-même cause de maladies. Sa sensibilité extrême peut lui faire oublier son rôle de directeur impartial, de telle sorte que certains organes peuvent se voir plus activement servis que d'autres et inversement. On ne niera pas, certes, cette action des centres nerveux, si l'on veut se rappeler qu'il suffit de présenter à un chien un morceau de viande ou un morceau de sucre pour voir immédiatement se faire chez lui comme une éjaculation de salive, et que chez l'homme l'astriction de la bouche survient à la seule vue d'un fruit âcre et acide. Ce qui se passe, dans ces cas, d'une manière ostensible, se passe de même dans l'intérieur de nos organes, le système nerveux répartissant ses influx suivant ce qu'il ressent lui-même. Cela se voit surtout chez les animaux intelligents. Chez eux, en effet, le système nerveux s'est perfectionné et est devenu la source de leurs joies et de leurs douleurs; les appétits matériels de la vie végéto-animale cèdent la place aux appétits de la vie intellectuelle; le cerveau devient l'organe prépondérant, la raison et la pensée, le moral, en un mot, entre en ligne, et son influence se fait sentir dans tous les actes conscients et inconscients du moi humain. Le cerveau, lié à tous les organites, en subit l'action générale, de sorte que son état de santé ou de maladie dépend encore de l'état de maladie ou de santé de toute la machine; mais, inversement, il peut devenir, à lui seul, pour les autres organes, une cause de maladie ou une cause de santé. Ainsi s'explique-t-on certains faits, en apparence incroyables. Tel, ce cas d'un domestique anglais qui, ayant lu dans un journal les détails de la mort par hydrophobie, fut pris subitement de la maladie. Ne sait-on pas qu'on devient enragé par peur, et que, par peur aussi, on meurt du choléra? « Bouvart, appelé à soigner un négociant affecté d'une grave maladie depuis la suspension de ses payements, arracha son client à une mort certaine en lui laissant, dit-on, cette ordonnance : « *Bon pour trente mille francs à prendre chez mon notaire*. » Ces faits et des centaines d'autres analogues s'expliquent d'eux-mêmes dès que l'on

connaît la connexion qui existe entre les centres nerveux et les organes. Les nerfs, transmettant les sensations, modifient l'action de ferments, et ceux-ci, par réaction et suivant les cas, modifient, en bien ou en mal, le sang qui rapporte aux centres nerveux les résidus de l'élaboration qui s'est faite dans les tissus. Les virus ou ferments pathologiques n'ont pas d'autre origine.

Cfr. GASPARD, GUNTHER, D'ARCET, SÉDILLOT, CHAUVEAU.

Les pathologistes sont loin d'être d'accord sur la délimitation qu'on doit imposer au groupe des maladies virulentes, ce qui tient à ce que tous les auteurs n'entendent pas de même la définition du mot *virus*. Les uns disent : « Il n'y a pas de virus, en tant qu'espèces de corps ou principes pondérables ou isolables, mais des états virulents (*totius substantiæ*) des corps organisés (tissus et humeurs). » L'état virulent est caractérisé, pour ces pathologistes, par l'altération de la substance organique et une sorte de transformation isomérique des composés chimiques qui la constituent. Les autres élargissent considérablement le sens de la définition, font rentrer dans le groupe une partie des maladies étudiées parmi les maladies à ferments figurés, tels que la vaccine, la variole, la morve, la syphilis, etc., en un mot, presque toutes les maladies à microbes, plus celles où ces organismes font défaut. Pour ces derniers, les maladies virulentes comprennent deux groupes : 1° les maladies virulentes microbiotiques, 2° les maladies virulentes proprement dites.

Rage.

Les maladies virulentes proprement dites correspondent donc aux maladies virulentes telles que les comprennent les partisans de la première définition. Or, une maladie à elle seule remplit ce cadre : c'est la *rage*, et encore nous avons été sur le point de la voir rentrer dans le groupe des affections microbiotiques ; on a failli découvrir la Bactérie spécifique de la rage.

Cfr. **Raynaud** (M.) et LANNELONGUE, PASTEUR, CHAMBERLAND et ROUX, COLIN (G.), VILLEMIN, VULPIAN.

Le virus de la rage semble n'être qu'une modification pathologique des ferments salivaires ; ainsi que nous le faisions pressentir tout à l'heure, ce semble être une sorte de venin ; mais, tandis que les venins proprement dits se sécrétaient par acte physiologique, ici la

sécrétion se fait par acte pathologique ; les venins étaient normaux, le virus de la rage est accidentel. Au reste, il a été démontré que pour le ferment rabique, comme pour les zymases en général et les venins en particulier, l'action se conserve après la mort de l'animal qui l'a produit. Le virus rabique et les venins sont donc fort proches voisins, et l'on comprend, dès lors, comment il peut, sous l'influence d'une excitation cérébrale, comme dans le cas cité page 342, être sécrété spontanément sous l'influence de causes extérieures dont la nature est soupçonnée, mais non encore déterminée.

La rage, spontanée chez le chien et le chat, se communique par la morsure à un certain nombre d'autres animaux chez lesquels elle revêt des formes parfois spéciales, mais qui ont toutes pour caractère de présenter une période d'incubation dont la durée varie d'une espèce à l'autre. M. Galtier a prouvé, récemment, que la rage était transmissible au lapin, soit par inoculation de la bave de l'animal porteur de la rage, soit par celle de portions des glandes salivaires. Cette affirmation se trouve d'accord avec les expériences de MM. Raynaud et celles de M. G. Colin. M. Raynaud a constaté de plus que, tandis que le sang d'un homme atteint de rage ne produit chez eux rien qui ressemble à la maladie, la salive la produit surement : ce qui tendrait à spécialiser dans les glandes salivaires la formation de ce virus. Ces résultats sont infirmés par les expériences de MM. Pasteur, Chamberland, Roux et Thuillier.

La rage est, avons-nous dit, la seule affection reconnue comme rentrant dans le groupe des maladies virulentes proprement dites ; mais bien d'autres sans doute sont dans ce même cas, et, très probablement, doit-on classer parmi elles la stomatite ulcéreuse.

Nous avons dit qu'une autre école élargissait considérablement le cadre des maladies virulentes. M. Chauveau en est le représentant autorisé ; dans une série de travaux qui lui ont mérité les éloges [1] et les récompenses de l'Académie des sciences, il a tracé d'une façon remarquable cette importante question. Nous emprunterons au résumé qu'il a publié la plus grande partie de ce qui va suivre [2].

« Les vraies maladies virulentes doivent être considérées comme entièrement distinctes des affections parasitaires. Leur cause intime et essentielle ne réside nullement dans le développement des protor-

1. Bernard (Cl.), *Rapport à l'Acad. des sc. sur les travaux de M. Chauveau.*
2. Chauveau (A). *Physiologie des maladies virulentes*, in *Rev. scient.* 2e série, 1re ann., 1871, pag. 362 à 396.

ganismes qui provoquent les maladies septiques ou septicoïdes auxquelles je viens de faire allusion (maladies à bactéridies). Que certaines maladies virulentes prédisposent au parasitisme, c'est ce que nous examinerons. Qu'entre l'action pathologique des protorganismes parasites et celle des agents auxquels nous attribuons la virulence, il y ait certaines analogies, nous aurons à le faire ressortir. Qu'il soit téméraire d'affirmer, dès maintenant, que les progrès de la Science n'auront point un jour à reconnaître dans ces analogies les caractères de l'identité, voilà ce que je suis le premier à proclamer; mais que cette identité soit acceptée comme un fait prouvé ou même comme un simple fait probable, c'est ce que vous repousserez sans hésitation. *Les maladies contagieuses qui n'ont pas le parasitisme pour cause et pour moyen de transmission, tel est donc le domaine des maladies virulentes proprement dites.*

Mais que sont ces virus? D'après M. Chauveau, l'analyse chimique ne peut le dire, et l'observation microscopique n'a fait le plus souvent qu'induire en erreur. Toutes les humeurs virulentes sont composées de deux parties, une partie liquide et une partie solide : la partie liquide n'entre pour rien dans la virulence ; le liquide est inerte ; toute l'activité réside dans la partie solide, qui est constituée d'éléments divers, mais, entre autres, de fines granulations qu'il ne faut confondre ni avec les *Micrococcus* ni avec les protorganismes septicoïdes : sont des granules protoplasmiques. Si les protorganismes agissent, c'est qu'ils sont imprégnés de ces granulations virulifères. « Tous ces éléments granuliformes ont la même origine ; tous procèdent de la même source. Tous appartiennent à la matière génératrice qui a été décrite par les histologistes comme le siège de la prolifération des éléments anatomiques, dans les néoformations pathologiques aussi bien que dans les tissus ou les liquides normaux de l'organisme. *Rien d'étranger à cette substance fondamentale mère des éléments n'existe dans les processus virulents.* Appelez cette substance fondamentale *protoplasma* ou *germinal matter*, voire même *blastème;* considérez-la comme ayant toujours une forme cellulaire limitée, ou admettez qu'elle puisse se fragmenter ou s'agglomérer en masses dont les contours et les limites restent indéterminés [1]. »

Ainsi donc, pour M. Chauveau, tous ou du moins presque tous ces *Micrococcus* et Bactériens, dont les panspermistes faisaient tant

1. Chauveau, *Physiologie des maladies virulentes*, in *Rev. scient.*, 2e sér., 1re année 1871, pag. 403.

de cas et dont, chaque jour, ils découvrent de nouveaux représentants servant à expliquer de nouvelles maladies, ne sont pour rien dans les phénomènes; s'ils se rencontrent dans les humeurs et les tissus pathologiques, ce n'est qu'accidentellement : ils usurpent une fonction qui revient aux granulations. « Dans les humeurs inflammatoires, comme dans les humeurs virulentes, le véritable agent phlogogène, c'est la partie non dissoute, c'est la matière protoplasmique, que cette matière soit agglomérée en cellules, dispersée en granules, ou même existe dans l'humeur sous forme de protorganismes indépendants ».... Ces granules insolubles dans l'eau ne sont pas non plus solubles dans l'air. M. Chauveau a expérimenté sur les virus de la variole, de la clavelée, du typhus épizootique. La vapeur d'eau condensée, inoculée, ne produit pas d'effet, Ils peuvent exister sous forme de particules insolubles, tenues en suspension dans l'air. La théorie de M. Chauveau est donc à peu près celle des panspermistes, toutefois ses agents infectieux ne sont plus des *êtres*, mais de simples masses protoplasmiques.

Dans un travail tout récent, M. Chauveau confirme ses premières affirmations; cependant, pour se mettre d'accord avec les idées régnantes, il fait passer ses petites masses protoplasmiques, ses virus corpusculaires à la dignité de ferments figurés : à l'état de microbes. « Que manque-t-il aux démonstrations que je viens de rappeler, pour autoriser l'attribution de l'individualité spécifique à ces virus corpusculaires? La preuve qu'ils sont aptes à vivre et à se multiplier en dehors de l'organisme... »

Dans sa théorie *microbiotique*, comme il l'appelle, M. Chauveau n'accorde encore aucune action aux plasmas : « Ils ne sont en eux-mêmes que des liquides indifférents, au point de vue de l'activité phlogogène, leur rôle semble être exclusivement en rapport avec l'entretien de la vie des éléments qu'ils tiennent en suspension. » Cette conclusion a le tort d'exclure d'un seul coup les virus qui ne sont entièrement composés que de plasma et chez lesquels on n'a trouvé encore aucun élément figuré, qui sont amorphes et solubles, le virus de la rage aussi bien que les venins. Cette affirmation, au reste, est contredite par M. Colin qui prétend qu'on ne peut réussir à isoler les corpuscules virulents. La lymphe partagerait, à un degré moindre, peut-être, la virulence accordée aux granulations. Cette manière de voir permet de réunir en un seul groupe tous les virus et de rapprocher leur action de celle de tous les autres ferments solubles.

Cette interprétation semblera plus exacte si l'on songe qu'il s'agit

ici, comme nous le disait tout à l'heure M. Chauveau, « de protoplasma ou *germinal matter*, » et s'éclairera quand nous aurons étudié la constitution intime de cette matière.

§ III. — Ferments cadavériques.

Lorsque, par suite de causes normales, vieillesse, ou de causes accidentelles, maladies, les liens qui unissaient les uns avec les autres les organes et les organites et qui en faisaient une entité, une personnalité, un moi, sont brisés, c'est-à-dire lorsque la mort est survenue, l'activité des matières azotées qui constituaient l'animal continue. Le mouvement vital partiel persiste ; chaque cellule travaille encore et fait ses échanges avec les milieux ambiants. Dans certains cas, chez les Polypes d'eau douce par exemple, la mort de l'ensemble n'entraîne point la mort des parties. Chaque fraction se reconstitue, même, en association générale. Cela n'a lieu que lorsque la division du travail n'est pas arrivée à un point tel que chaque partie ait *désappris à se suffire*. Chez les animaux supérieurs, la mort de l'ensemble entraîne forcément la dispersion et la perte des organites associés. Ils ne meurent pas sur-le-champ, ils tentent même de vivre avec les éléments qu'ils mettaient en œuvre ; mais, sans direction, ne recevant plus les matériaux auxquels ils étaient accoutumés, inhabiles à se pourvoir, ils usent ce qu'ils ont à leur portée, puis disparaissent, détruits par leurs propres efforts. Cette phase de destruction, qu'on pourrait appeler la *vie de la mort* commence, bien souvent, avant la *mort du vivant*, c'est la décomposition putride, la putréfaction cadavérique. Elle est opérée par les zymases normales altérées par les actions extérieures. Dans son cours, on voit apparaître ces ferments figurés dont nous avons parlé, page 261, et qui, pour les uns, semblent s'organiser spontanément au milieu du putrilage, tandis que, pour les autres, ils proviendraient de germes emmagasinés par l'animal pendant sa vie.

Art. II. — Physiologie des zymases.

Toutes ces zymases que nous avons passées en revue sont des corps qui dérivent d'êtres vivants ; ils se sont produits, soit directement au contact de la matière protoplasmique et, pour ainsi dire, d'une manière diffuse, ou bien,

au contraire, ils ont été fabriqués par des organes particuliers, plus spécialement destinés à leur formation et qu'on nomme des glandes; dans ce second cas, ils prennent plus spécialement le nom de sécrétions. Non organisés pour la plupart des physiologistes, ils rentrent dans le groupe des corps inertes, non vivants, et par conséquent leur étude physiologique n'est, en résumé, que l'examen de leurs propriétés physico-chimiques et de leurs réactions. Nous l'avons dit, nous ne croyons pas à l'inertie de la matière et, par conséquent, pour nous ces pseudorganisés sont des êtres qui jouissent d'une vie bien certaine et déjà assez active. Toutefois, la façon dont nous entendons la vie ne change rien à la manière dont leur étude doit être faite; car, si nous prétendons que ces substances, composées de molécules dont les mouvements amènent la vie des organites et par là celle des organes, puis celle des êtres complexes, sont vivantes elles-mêmes, comme nous prétendons, néanmoins, que leur vie est faite des simples actions physico-chimiques, nous sommes d'accord sur le fond, et nous ne différons que sur l'interprétation.

Nous examinerons successivement : 1° le sujet, 2° les milieux, 3° les fonctions.

§ I. — Etude de la zymase.

Les pseudorganisés, que leurs importantes fonctions semblent faire les dépositaires de la « force vitale » des auteurs, puisque, produits par les êtres vivants, ils déterminent les échanges qui constituent la vie de ces êtres, les pseudorganisés sont des corps si élémentaires qu'on les classe parmi les produits chimiques. Leurs actions et réactions, tout aussi bien que leurs caractères physiques, en font des substances qu'on rejette hors du cadre des substances vivantes. Cela, suivant nous, tend à démontrer quelle est la nature de cette « force vitale ». Ces pseudorganisés semblent, par là,

n'être que des intermédiaires chargés d'accumuler et de combiner les forces physiques, qui est leur « force vitale » à eux, de manière que, lorsque la matière s'est organisée, la somme des forces partielles qu'ils apportent en la communauté donne une *résultante générale* qui forme la « force vitale » des organismes créés. Dans ce cas la variété, l'activité, la multiplicité des actions la rend évidente pour tous et lui donne des caractères qui lui ont fait appliquer plus spécialement le nom de Vie. D'où il ressortirait que la Vie, telle qu'on la comprend, ne serait, au fond, qu'un ensemble plus ou moins complexe, suivant les cas, de vies partielles physico-chimiques.

Composition chimique. Difficultés que présente l'analyse. Caractères généraux. Précipitation des zymases en solution dans les liquides : Conheim, Danilewski, Von-Wittich.

Constitution.

Les pseudorganisés sont amorphes et solubles : lorsqu'on leur a donné ces deux caractéristiques, c'était pour les distinguer des ferments figurés et insolubles ; ne fallait-il pas, en effet, à tout prix, séparer les fermentations *chimiques* des fermentations *vitales*, les fermentations *fausses* des fermentations *vraies?* Or il était simple de dire : Les uns sont figurés, insolubles et sont vivants, les autres sont amorphes et solubles : ils sont d'ordre chimique, c'est-à-dire qu'ils ne vivent pas. On croyait que semblable distinction était urgente à la défense de la théorie vitale des fermentations.

Voyons ce que sont devenues ces caractéristiques et quelle valeur elles peuvent bien conserver à la suite des travaux modernes.

Solubles et insolubles. — Les corps solubles sont ceux dans lesquels les atomes et les molécules, réunis de manière à former un corps solide, se laissent pénétrer par les atomes et les molécules d'un autre corps, liquide, puis se séparent les uns des autres et disparaissent, *fondent*, en donnant un corps homogène dont toutes les parties sont si bien unies les unes aux autres que chaque atome de la solution participe tellement des deux corps mis en présence qu'il devient difficile de les séparer à nouveau. Un morceau de sucre mis dans l'eau s'y dissout ; chaque goutte de cette eau sucrée est semblable à sa voisine, et désormais il est peu aisé de les désunir. Pouvons-nous séparer les protorganisés en êtres se fondant dans l'eau et en êtres ne se dissolvant pas, en un mot, en solubles et insolubles ?

A première vue, on serait tenté de le croire; les *Saccharomyces* et les Bactériens mis dans l'eau s'y maintiennent avec leurs formes; on peut bien, en agitant, les répartir plus ou moins également dans tout le liquide, mais alors chaque goutte, tout en possédant une égale quantité, présente toujours, séparés, les protorganisés et le liquide; donc les levures et les Bactériens sont insolubles. Que, par contre, on mêle à l'eau de la *diastase* ou de la *synaptase*, et l'on voit les corps fondre et disparaître dans l'eau; chaque goutte d'eau, examinée au microscope, ne présente aucune distinction entre le ferment et le véhicule; tout s'est passé, en apparence, comme dans le cas où l'on faisait fondre du sucre dans l'eau. Nous disons : en apparence, car les molécules sont loin d'être aussi intimement mélangées dans la solution de diastase; il suffit de verser un peu d'alcool pour que les deux corps se séparent. Les zymases rompent l'alliance qu'elles avaient contractée et se précipitent sous forme de *magma* insoluble. On est en droit de se demander si, dans ce cas, on ne pourrait, à l'aide d'un microscope assez puissant, voir dans la solution les molécules de diastase se montrer, dans le mélange, distinctes du liquide; nous répondrons tout à l'heure à cette hypothèse; pour l'instant, retenons seulement que la distinction en corps solubles et en corps insolubles n'est que relative et que, tout au moins, la solubilité des zymases tient le milieu entre l'insolubilité et la solubilité vraies.

Toutefois, les qualifications d'amorphes et de figurés entraînent avec elles une autre notion. Les êtres insolubles sont, en effet, regardés comme pourvus d'une membrane cellulosique qui n'existe pas chez les solubles, et l'on explique par la présence et par l'absence de cette membrane l'insolubilité des premiers et la solubilité des seconds. Mais, à ce point de vue encore, toute distinction n'est que relative, car si certains ferments, comme les levures, ont, à une certaine phase de leur vie, une membrane d'enveloppe très apparente, cette membrane fait absolument défaut à leur début. Toutes commencent par être des masses gélatineuses plus ou moins condensées, et elles ne s'entourent de ladite membrane cellulaire qu'à une époque ultérieure. Cette membrane est une sorte de sécrétion, plus ou moins épaisse et serrée, qui ne se produit qu'avec l'âge. En généralisant, on peut même dire que toute cellule commence par n'être qu'une masse de matière glaireuse, zymase mélangée de matières albuminoïdes, rentrant plus ou moins dans le groupe des pseudorganisées. Encore devons-nous rappeler que la membrane semble faire défaut dans bien des cas et ne peut, par conséquent, être

invoquée pour ou contre l'état de solubilité ou celui d'insolubilité qui se trouvent expliqués par la condensation plus ou moins grande de la substance elle-même.

Amorphes et figurés. — Cette division semble juste et scientifique; au premier abord, il est bien difficile de confondre, quelque microscopiques qu'elles soient, des cellules de *Saccharomyces* avec la diastase. Les premiers sont des corps plus ou moins sphériques, bien distincts les uns des autres; la seconde, suivant la quantité d'eau qu'elle aura eue à sa portée, se montrera sous les aspects les plus divers, mais n'ayant jamais de forme arrêtée, nette et spéciale. On peut donc admettre la séparation des deux corps, mais on doit savoir que le caractère si précis sur lequel on se fonde n'a rien d'absolu, qu'il est, bien au contraire, relatif; ce qui tient à l'imperfection naturelle de notre organe de la vue et à la faiblesse, encore bien grande, quoique énorme, de nos moyens de grossissement. Sans l'invention du microscope, nul ne supposerait la composition et la forme des *Saccharomyces*, qui seraient des amorphes pour tout le monde.

Qui donc prétendra que les objets qui se perdent à l'horizon et qui semblent être le vague et l'amorphe soient sans formes, sans contours? Celui qui le croirait n'aurait qu'à s'armer d'une longue-vue pour amener cet horizon assez près de l'œil pour que les objets puissent être parfaitement reconnus; mais cette lunette, à son tour, a son horizon amorphe qui deviendra figuré si à la longue-vue on substitue la lunette marine. Quoi encore de plus amorphe que la voie lactée et toutes les nébuleuses qui font comme des taches sur la voûte céleste? Sur elles, on n'a de renseignements que depuis qu'Herschell, en inventant le télescope, nous a ouvert l'immensité de l'espace et nous a permis de scruter les profonds abîmes qui séparent les mondes les uns des autres. Grâce à lui, l'amorphe a pris une forme, et, grâce aux savants astronomes qui, à son exemple, voyagent à travers les cieux, nous avons sur ces nébuleuses des renseignements bien propres à confondre notre infinie petitesse par la vue de l'infiniment grand. Ce que l'on regardait comme des vapeurs opalines, indécises sont des associations de mondes, et cette voie lactée, l'une d'elles, est celle à laquelle appartient le soleil autour duquel tourne notre globe. Ces amorphes sont devenus des fourmilières de milliers de soleils entraînant autour d'eux dans leur course vertigineuse des myriades de planètes accompagnées de leurs satellites. Les espaces à franchir dans ces excursions sont tellement grands que les mesures ordinaires ne suffisent plus; les milliards de

lieues s'ajoutant aux milliards de lieues, la numération devient impossible, et l'on a été forcé de prendre, comme unité et provisoirement encore, le rayon de l'orbite terrestre, c'est-à-dire une ligne mesurant 37 000 000 de lieues.

Et maintenant, descendons vers l'infiniment petit. Si nous examinons nos infusions, nous les voyons parsemées, elles aussi, de nébulosités et de taches opalines qui flottent dans les liquides. A l'œil nu, ce sont aussi des amorphes. Mais armons-nous d'instruments qui amplifient les objets et qui nous permettent d'explorer le domaine des infiniment petits, comme nous explorions celui des infiniment grands ; alors nous voyons l'amorphe prendre les formes les plus variées et les plus inattendues. Ces nébulosités, que nous avons appelées *zooglœa* ou *essaims*, ces voiles que nous nommons pellicules, sont des mondes vivants où l'on compte par millions des microbes que l'on voit assez distinctement pour qu'il soit possible de les mesurer et de les décrire et de suivre leurs évolutions vitales. Sans l'invention du microscope, qui supposerait que la bière est peuplée d'organimes rassemblés en nombre tel que c'est par milliers qu'on les compte dans une seule goutte? La limpidité et la pureté proverbiale de l'eau distillée ou de l'eau de roche ne sont plus que mensonge, car les eaux, comme les airs, sont peuplés de corpuscules invisibles, filiations de ces microbes, êtres si infiniment petits que la numération ordinaire est devenue, comme tout à l'heure, mais en sens inverse, impuissante à indiquer leurs rapports, et qu'on est obligé de prendre pour unité le μ, qui est la millième partie du millimètre.

Ces réserves étant faites, tenons nous-en aux corpuscules que nous avons admis, avec M. Chauveau, dans les virus ; ce sont, avons-nous dit, des granulations protoplasmiques, des corpuscules moléculaires. « Ces granules ne sauraient être à aucun titre des êtres animés. Ce sont de simples éléments anatomiques, à peine même des éléments anatomiques. Il n'y a pas de raison pour les considérer d'une autre manière que les éléments analogues qui appartiennent aux lésions inflammatoires pures. S'ils diffèrent de ces derniers, ce n'est pas par leurs formes et leurs autres caractères extérieurs, mais par leurs *qualités intimes* et leurs propriétés actives exclusivement... Ce ne sont ni des *Micrococcus* ni des microzymas. »

« Les granulations moléculaires, granules moléculaires, corpuscules, molécules, sont des granulations très petites, formées de substance organisée, qu'on trouve en suspension dans toutes les humeurs du corps, soit interposées aux fibres des tissus, soit incluses dans la

substance des cellules, des fibres ou autres éléments anatomiques, soit surtout dans beaucoup de matières amorphes[1] », nous ajoutons « animales ou végétales ». Ce mot organisé, adopté ici pour la définition de particules que nous avons dites inorganisées peut étonner; mais nous aurons d'autres surprises dans un instant à propos de ces amorphes. Quoi qu'il en soit, il est bon de savoir ce que M. Robin entend par ce mot. « Une matière complètement homogène, amorphe, pourra être reconnue comme substance organisée si elle a ce caractère : d'être constituée par des principes immédiats nombreux appartenant à trois groupes ou classes distinctes, unie molécule à molécule, par combinaison spéciale et dissolution réciproque. C'est là, il est vrai, le caractère d'ordre organique le plus simple, le plus élémentaire, mais il suffit pour qu'on puisse dire qu'il y a organisation, que la substance est organisée, et toute simple qu'est cette organisation, c'est assez pour que la substance puisse vivre[2]. » Vivre!.... qui donc nous disait que nous étions entrés dans le Règne des inorganisés et qu'il ne devait plus être question de *force vitale?* Mais poursuivons.

Ces granulations moléculaires, dont les plus petites peuvent atteindre jusque 0 μ, 5 et les plus grosses 3 μ ne nous rappellent-elles pas vaguement certaines Bactéries sphériques qui, malgré ce qu'en peut dire M. Chauveau, seraient peut-être des *Micrococcus* et peut-être, en même temps, ces corps que les chimistes, peu experts en histologie, ont nommés *germes brillants*, *corpuscules brillants*, *cystoblastions?* Ils ont les mêmes formes, les mêmes dimensions, la même apparence, et on les rencontre les uns et les autres dans les mêmes circonstances. Ils jouissent des mêmes oscillations et trépidations sur place, des mêmes phénomènes de propulsion et de recul, mouvement qui, suivant *l'idée qu'on se fait* des choses, est nommé, mouvement brownien, par les uns, mouvement vital, par les autres. La distinction est, il faut le reconnaître, fort difficile; on en comprendra bientôt la raison. Pour l'instant, la meilleure preuve que nous puissions donner de la difficulté où l'on est de faire la distinction, c'est celle que nous fournit M. Chauveau, qui, après avoir nié tout rapport entre les Bactéries et ses granulations moléculaires, a fini par admettre qu'elles faisaient partie du même groupe de ferments et qu'elles étaient vivantes les unes comme les autres. Les corpuscules maintenant doués de vie et élevés à la dignité de ferments ressem-

1. Robin (Ch.), *Leçons sur les substances amorphes et les blastèmes*, 1866.
2. Littré (E.) et Robin (Ch.), Dictionnaire de Nysten, art. *Organique*.

blent, dès lors, à s'y méprendre aux microzymas de M. Béchamp.

Dès l'année 1857, M. Béchamp notait, dans les fermentations de sucre de canne, l'apparition de « petits corps » (granulations moléculaires des auteurs) et leur attribuait la fonction de produire l'interversion. En 1865, il les retrouve dans la craie et le lait ; il les donne comme des êtres vivants et déjà développés et leur attribue la propriété de transformer, sans secours étranger, le sucre et la fécule en alcool, acides acétique, lactique et butyrique. L'année suivante, il affirme que le vieillissement des vins est dû à de petits organismes qui succèdent au ferment alcoolique. Ces êtres sont très petits, très mobiles ; ce sont des granulations. La même année, il les retrouve dans l'urine. En 1866, dans un travail fait en commun avec M. Estor, il pose les bases de sa théorie.

Les *microzymas* sont des granulations qui se rencontrent partout dans les corps organisés ; ce sont des globules de matière protoplasmatique qui forment l'essence même des blastèmes et des protoplasmes végétaux et animaux. Dans tous les êtres, c'est le microzyma qui est le *primum movens*, c'est lui qui vit et qui donne la vie aux corps qu'il constitue. Les microzymas sont normaux à l'état de santé et pathologiques en état de maladie. Ils ont pour parents les blastèmes où ils se trouvent. Au reste, ils peuvent évoluer en *Bacterium*, *Bacillus*, *Torula*, *Leptothrix* et autres microbes de toute espèce.

« Dans ma pensée actuelle, lorsqu'une Bactérie apparaît dans un milieu organisé, c'est qu'un *microzyma* y a été apporté du dehors. J'ai démontré, en effet, la vitalité indépendante des granulations moléculaires de toute origine, de celles des poussières des rues comme de celles des calcaires tertiaires et même des calcaires plus anciens. Je les ai caractérisées comme *microzyma* en démontrant la possibilité de leur évolution en Bactéries et en Vibrions. Les Bactéries peuvent se résoudre en microzymas pour, de nouveau, évoluer en Bactéries [1]. »

Bien plus : ils peuvent s'organiser et donner directement des cellules. Que l'on mette une parcelle de mère de vinaigre dans de l'eau peu sucrée, et les microzymas innombrables qui la composent restent ce qu'ils sont, c'est-à-dire sphériques ou en voie de transformation en Bactéries. Mais, si l'on remplace l'eau sucrée par du bouillon de levure sucré, une fermentation vive s'établit et on voit

1. Béchamp, in litt. Voy. Marchand (L.), *De la reprod. des animaux inf.* Thèse concours agrég. Facult. de méd., 1869, pag. 81.

apparaître dans le liquide des cellules remplies de granules et possédant un noyau. On peut noter toutes les phases de leur formation. « On constate, en effet, des points où les granulations moléculaires sont en plus grand nombre, d'autres où elles sont plus denses, mais sans limites aucunes. Dans d'autres points, on remarque que cette condensation s'est faite suivant une forme circulaire à contours peu nets : ce sont, en somme, les endroits où les microzymas ont proliféré avec plus de rapidité. Puis, peu à peu, l'on voit la forme circulaire se dessiner de plus en plus, les contours s'arrêter plus nettement; enfin, par des transitions insensibles, on arrive à voir finalement des cellules parfaitement constituées. » Ce qui se passe pour les cellules végétales se passe pour les cellules animales. C'est ainsi que les microzymas sont les constructeurs des êtres supérieurs. Par contre, ils se font « agents de destruction » de la matière organique, de sorte que toute matière organique revient à l'état de microzyma [1].

Il eût été intéressant de savoir ce que deviennent, à leur tour, ces microzymas restes de ces désorganisations; attendent-ils des jours et des conditions favorables? alors où sont-ils en attendant? On trouve bien leurs charniers géologiques, mais où sont ceux qui, à notre époque, doivent se créer à chaque instant? Ne se résolvent-ils pas en leurs éléments en passant par l'état de blastème? Nous verrons cela plus tard; pour l'instant, tenons-nous-en à la théorie de M. Béchamp, qui côtoie l'hétérogénie, mais ne l'admet pas et qui a sur celle des germes l'avantage d'une simplicité et d'une netteté très grandes. L'autonomie des corps organisés et la soumission de leurs particules microzymiques aux agents extérieurs satisfont mieux que toutes les difficultés inextricables au milieu desquelles se débattent les microbes, auxquels on accorde pourtant un ensemble de propriétés, toutes plus étonnantes les unes que les autres. La théorie de M. Béchamp admet, elle aussi, la possibilité de transmission par les milieux.

§ II. — Etude des milieux.

Les matériaux qui servent à la fabrication des zymases et sur lesquels les zymases réagissent sont extrêmement variés, mais comme nature se réduisent toujours à des principes assez restreints, qui ne sont autres que ceux que nous avons vus en action dans toutes les

1. Béchamp (Jos.), *Des microzymas et de leurs fonctions*, 1875, pag. 26.

fermentations à ferments figurés : des matières quaternaires qui fournissent de l'azote, des matières ternaires (hydrates de carbone), des sels qui donnent du phosphore et du soufre et certains éléments, comme la magnésie et la chaux. Tous doivent être en solution dans l'eau, car, aussi bien pour les végétaux que pour les animaux, ils doivent circuler (sève ou sang) de manière à apporter les éléments de formation là où le besoin s'en fait sentir. Inutile d'ajouter que, de même que pour les ferments figurés, il faut l'intervention d'agents impondérables, chaleur, électricité, lumière, etc., dans des proportions variables pour chaque zymase.

Pour les zymases, les milieux sont d'une importance plus grande encore, si cela est possible, qu'ils l'étaient pour les ferments figurés; ceux-ci, en effet, pouvaient, si les milieux ne leur convenaient pas, s'enkyster, passer à l'état de repos, résister, en un mot, et se réserver pour des temps meilleurs; ici, il n'en est plus de même et, si les conditions ne sont pas *expressément* remplies, l'effet n'a plus lieu, si bien que l'on peut dire que c'est le milieu qui fait la zymase. Qu'on prenne l'une ou l'autre d'entre elles, on voit la zymase sortir du milieu, se créer, pour ainsi dire, des éléments mêmes qui le composent. La diastase est faite des sucs ou sève végétale chargée des éléments minéraux qu'elle emprunte au sol ou à l'atmosphère. Elle est élaborée par la cellule protoplasmique, mais sous condition qu'elle-même, à son tour, va collaborer à la formation d'autres cellules et qu'elle concourra à fabriquer du protoplasma. De même, la pepsine sécrétée par les glandes de l'estomac, sortie, par conséquent, du sol fermentescible, qui est dans ce cas le plasma du sang, rendra au sang un nouveau sol fermentescible en concourant, pour sa part, à la transformation des aliments. Le milieu et la zymase se tiennent donc d'une manière toute particulière, puisqu'on peut dire que la zymase sort de la matière fermentescible et que la matière fermentescible est élaborée par les zymases.

Les zymases ont pour destination d'agir sur place, là où elles ont été élaborées, sécrétées, comme l'on dit, par des cellules vivantes, animales ou végétales; c'est là qu'elles rencontrent les sols fermentescibles normaux; tous ceux qu'on peut leur donner en dehors de ceux-là sont accidentels. Dans ces cas, à moins de conditions spéciales, privées des éléments actifs de leur production, c'est-à-dire des cellules sécrétantes, elles épuisent leur action et s'épuisent elles-mêmes à la façon des composés chimiques, des poisons minéraux par exemple, auxquels elles deviennent, de ce fait, complètement comparables. L'enveloppe cellulosique qui existait dans les ferments

figurés et derrière laquelle les zymases s'abritaient pour opérer leurs actes de sécrétion et de sélection, et grâce à laquelle elles pouvaient s'accroître par intersusception et se multiplier par division, fait défaut, aussi les voit-on se fondre et disparaître dans les liquides au milieu desquels elles se trouvent. Toutefois, il est bon de dire que cet état d'infériorité semble parfois disparaître quand certaines conditions se rencontrent. Nous verrons des faits qui nous autoriseront à penser qu'en certaines occasions les zymases peuvent passer à l'état figuré, parce qu'elles s'entourent d'une membrane, de même que, par contre, certains microbes, perdant leur enveloppe, retournent aux zymases.

A. — Aliments.

Les zymases tirent leur origine, comme nous l'avons dit, de toutes les parties de la plante et de l'animal. Les milieux sont donc l'économie animale et l'économie végétale, comme aliments; et, agents impondérables, sont tous les *stimuli* qui peuvent influencer le fonctionnement des organes qui concourent à la vie des animaux et à celle des végétaux, seraient-ils réduits à une simple cellule, comme les *Saccharomyces* et les Bactéries. Nous n'aurions donc pas lieu d'insister ici sur ces questions, déjà étudiées par nous (voy. pages 199, 209), si, d'une part, l'état non figuré des ferments n'imprimait pas des caractères spéciaux à l'action de certains agents, et si, d'autre part, le sol fermentescible humain ne donnait pas lieu à des considérations toutes particulières se rattachant à l'action des zymases et des microbes comme cause de maladies.

B. — Impondérables.

Résistance des zymases aux agents extérieurs. Action du chloroforme : MUNTZ. Action de l'air comprimé : PAUL BERT. De la chaleur : J. WIESNER. Des réactifs : DUMAS, BOUCHARDAT.

L'étude du sol fermentescible humain préparé par les ferments solubles, comme nous l'avons expliqué plus haut, ne se présente pas toujours dans les mêmes conditions de réceptivité des maladies qui peuvent lui venir du dehors; ces conditions dépendent de la manière dont le travail physiologique se fait dans l'intérieur des organes, sous l'influence des agents impondérables, de sorte que le corps, parfois si prédisposé à se laisser contagionner par tous les

virus qui peuvent être répandus dans les *circumfusa*, qu'on croirait plutôt qu'il les engendre lui-même, se montre, dans d'autres cas, complètement réfractaire à leur action.

La contagion ne résulte pas *nécessairement* de la contamination ; l'inoculation médiate ou même immédiate n'est pas fatalement suivie d'infection. La contagion dépend *avant tout* de l'état du sol inoculé ou contaminé. Chaque jour, l'expérience démontre que sur un certain nombre d'individus, hommes ou bêtes, exposés aux mêmes causes d'infection, les uns sont contagionnés, tandis que d'autres résistent à l'action du virus. L'économie de certains êtres est façonnée de telle manière par les agents physico-chimiques, ou même organiques, que les ferments, qu'ils soient figurés ou amorphes, n'ont aucune prise sur elle; elle reste indemne, elle possède ce qu'on nomme l'*immunité*. Le virus amorphe ou le Schizophycète n'a aucune prise contre elle.

L'immunité peut être congénitale ou acquise. Pour l'intelligence du sujet, il nous faut étudier d'abord l'immunité acquise.

1° Immunité acquise. — Vaccin.

Cette question est d'une haute portée et mérite que nous nous y arrêtions, d'autant que depuis quelque temps tout le monde s'en préoccupe. Car que nous importeraient tous les ferments de maladie, si nous avions le moyen de conjurer leur action et de rendre inoffensives toutes leurs tentatives d'envahissement?

Nous allons faire tout notre possible pour exposer les faits et les conclusions qui en découlent de la façon la plus claire et la plus succincte.

Il est reconnu que lorsqu'on a eu une maladie contagieuse, rougeole, variole, scarlatine, fièvre typhoïde, etc., etc., on est par ce fait, à de rares exceptions près, préservé, pour un temps plus ou moins long, de l'atteinte de ces mêmes maladies : ce qui, pour ceux qui admettent le *contagium vivum*, revient à dire : Le même contage ne se développe pas deux fois dans la même organisation, comme si une première visite du microphyte mettait le terrain organique dans un tel état qu'il n'est plus possible, à un second microphyte de même espèce, d'y vivre après lui : de même qu'en agriculture il est reconnu que l'on ne doit pas cultiver plusieurs années de suite une même plante dans le même champ. La conséquence à tirer, c'est que la meilleure manière de se mettre à l'abri de toutes les maladies serait de commencer par les acquérir toutes.

Le tribut payé, on n'aurait plus de craintes à avoir. Cette méthode, qui réussit, à ce qu'il paraît, parfaitement aux charmeurs et aux montreurs de serpents, a été proposée pour provoquer, chez l'homme et chez les animaux, l'immunité contre un certain nombre de maladies.

De la variolisation; — de la syphilisation : SPÉRINO, VAN BŒCK, AUZIAS-TURENNE, LIBERMAN. — **De la rubéolisation :** KATONA, SALISBURY. — **Inoculation préventive du typhus des bêtes à cornes :** SALCHOW. — **Inoculation préventive de la péri-pneumonie des bêtes bovines :** WILLEMS.

Cette méthode de gagner la tranquillité d'esprit, quoique logique, eût couru bien des risques de ne jamais passer dans la pratique si de nouveaux éléments ne fussent intervenus.

On reconnut d'abord que l'immunité était aussi bien obtenue quand l'affection contagieuse avait été faible que lorsqu'elle avait eu toute son intensité, en sorte qu'on pouvait dès lors, en acceptant la maladie bénigne, éviter, dans la suite, l'envahissement par une affection foudroyante. Le marché n'était plus un marché de dupe. On alla plus loin, et l'on reconnut qu'on pouvait arriver au même résultat en acceptant de nourrir certaines maladies autres que celle dont on cherchait à éviter les effets. C'est dans ces conditions que se présenta la vaccine. Le hasard démontra que ceux qui étaient assez heureux pour être affectés de la vaccine ou picotte des vaches n'avaient rien à craindre de la variole. La vaccine conférait l'immunité contre la variole; c'est ce que Jenner eut la gloire de démêler, et c'est ce qui le conduisit à inventer le *vaccin*. On oublia la *variolisation*, même atténuée; on se garantit de la variole par la *vaccination*.

Pendant bien longtemps, on ne parla, en fait d'inoculation préventive, que de ce vaccin; mais à lui seul il suffit à défrayer, à plusieurs reprises, bien des discussions au milieu des sociétés savantes, tantôt sur son utilité, tantôt sur ses inconvénients, ou bien encore sur son origine, ses sources, sa nature, son mode d'action.

De la vaccination. — Du COW-POX **et du** HORSE-POX. **— De la nature du vaccin. — Discussions à l'Académie de médecine de Paris. Explications de Salisbury.**

Tout à coup, dans ces derniers temps, la question s'est généra-

lisée, a passionné de suite le monde scientifique, à tel point qu'en ce moment on ne s'occupe plus que de vaccins. C'est à M. Pasteur que revient l'honneur d'avoir attiré l'attention sur ce point. Etudiant le microbe signalé dans le choléra des poules, il reconnut qu'en cultivant le virus de certaines façons on arrivait à le changer à tel point qu'alors, au lieu de donner la maladie aux inoculés, il les prémunissait contre son invasion. Les cultures inventées par l'auteur, et sur lesquelles il y aurait trop long à raconter, amènent le microbe à un état d'affaiblissement de plus en plus grand; le virus devient de moins en moins actif, il est *atténué*. Telle est la *théorie de l'atténuation des virus*.

Ce n'est pas tout : M. Pasteur a prétendu, en outre, que ce même liquide, qui peut être dit « vaccin du choléra des poules, » peut servir en même temps de vaccin contre la maladie charbonneuse; autrement dit, le virus atténué du choléra des poules, inoculé à d'autres animaux, les préserve de l'invasion de la Bactérie charbonneuse autrefois nommée Bactéridie (*Bacillus anthracis*).

Sur ces entrefaites, comme nous l'avons vu, M. Toussaint découvrait un autre vaccin à opposer à cette même Bactéridie; ce vaccin n'était autre que le sérum du sang d'un animal charbonneux plus ou moins débarrassé de ces ferments organisés. Il obtient cette séparation des deux éléments du virus en portant le liquide à la température de 56°. Les expériences et les déductions que M. Toussaint en a tirées ont été infirmées par M. Colin et par M. Bouley à l'Académie de médecine et par M. Pasteur à l'Académie des Sciences.

M. Pasteur a repris ces expériences. Il commence par cultiver le microbe dans un milieu convenable ; or, ayant reconnu que la Bactéridie, qui n'est cultivable qu'au-dessous de 45°, ne produit plus de spores ni de corpuscules-germes à 42 ou 43°, il maintient sa culture au contact de l'air à cette température. Au bout d'un mois ou six semaines, les microbes meurent, mais avant de mourir ils ont perdu toute leur virulence : résultat qui s'est produit peu à peu. Ce vaccin ne récidive pas ; c'est au moins ce que semblent prouver les expériences faites à Pouilly-le-Fort, à Alfort et à Chartres.

Dans le charbon symptomatique, MM. Arloing, Cornevin et Thomas ont trouvé deux modes de vaccination dont l'un au moins est tout à fait inattendu. Ces expérimentateurs ont vu :

1° Que la violence de l'infection variait suivant les quantités de virus employé et que, si l'on n'inoculait que des quantités très faibles de virus naturel, l'on n'obtenait qu'une maladie avortée, mais qui assurait néanmoins l'immunité. Ces résultats sont confirmés par les

expériences de M. Chauveau, qui en étend les déductions au charbon bactéridien. Cela nous rejette bien loin des affirmations qui se produisaient il y a quelques années et d'après lesquelles « un quatrillionième de goutte de sang suffisait pour produire l'infection. »

2° Que lorsqu'on emploie « le virus naturel dans toute son énergie, en ayant soin de l'introduire directement dans le milieu sanguin, l'expérience a appris qu'il y rencontrait sûrement de telles conditions d'atténuation qu'il s'y transformait en vaccin. La grande méthode de l'atténuation des virus et de leur vaccination trouve ici son application, mais par un procédé tout autre. C'est le milieu intérieur de l'organisme, le sang, qui est le liquide de culture où l'atténuation du virus s'effectue, sans doute parce que le microbe qui le constitue est anaérobie. »

La voie est désormais ouverte, et chacun cherche le vaccin de nos différentes affections. C'est ainsi que M. Galtier a vu qu'en cultivant la morve chez le chien on obtenait peu à peu pour lui l'immunité, en même temps qu'on lui faisait produire un virus atténué, qui, transporté chez les solipèdes, y développait une morve atténuée elle-même. Le même auteur a cru remarquer, aussi, que l'injection de virus rabique dans le torrent circulatoire ne donne pas la rage au mouton et même semble conférer l'immunité. M. Toussaint a observé qu'en inoculant directement aux poules le sang de lapins morts de septicémie les résultats furent ceux d'un virus atténué : lésions légères de la peau et du tissu conjonctif sous-jacent. Dans tous les cas, les poules guérirent et furent réfractaires à l'inoculation du choléra. Ce savant pense qu'avec cette variété de septicémie du lapin on pourrait faire un vaccin pratique qui permettrait d'arrêter les épizooties si graves qu'on observe si souvent sur les oiseaux de basse-cour.

M. Diday, de Lyon, recherche le vaccin de la syphilis.

Si le courant qui entraîne la Science continue, nous allons bientôt avoir plus de préservatifs que de maladies. Les vaccins ne nous feront pas défaut, et avec quelques précautions nous n'aurons plus rien à redouter des microbes. Mais que sont ces vaccins? et sont-ce bien là de vrais vaccins? Si nous prenons le vaccin jennerien pour type; nous reconnaissons que, pour la plupart, ceux découverts récemment ne lui sont pas comparables. « Le caractère fondamental du vaccin, dit M. Bouchardat, est celui de la non-rétrocession. On ne pourra réellement appeler vaccin que le microbe modifié qui présentera ce caractère. On est parvenu, par une succession d'inoculations, à modifier plusieurs microbes, à les rendre presque absolu-

ment inoffensifs ; mais, dans les expériences et les observations, on a rencontré des exemples de retour au type primitif qu'on n'a pas rencontré dans le vaccin. » En sorte que le microbe jennérien serait une plante type, utile par nature, tandis que les vaccins pastoriens ne seraient que des types domestiqués de plantes malfaisantes qui, bâtardies par la culture, tendent à reprendre au plus tôt leurs propriétés nuisibles.

2° Immunité congénitale.

Un sol fermentescible animal peut-il être naturellement inapte à nourrir tel ou tel ferment qui tente de l'envahir? Ici, au premier abord, l'immunité paraît complètement inexplicable ; c'est par un don du ciel, par magie ou sortilège, que certaines personnes s'exposent à toutes les épidémies et ne sont point atteintes. Les médecins, les infirmiers et en général ceux qui, précisément, soignent les malades, résistent quand tout succombe autour d'eux ; cela ne tient-il pas du prodige ?

L'immunité peut porter non sur quelques individus isolés, mais sur tous les habitants d'un pays : d'après M. Rochoux [1] la rougeole et la scarlatine sont à peu près inconnues à la Guadeloupe et aux Antilles. La résistance à certains virus peut s'étendre à tous les représentants d'une race : c'est ainsi que les nègres d'Afrique n'ont jamais ou presque jamais la fièvre jaune ; les nègres créoles d'Amérique ou des colonies en sont atteints quelquefois et les mulâtres y sont moins sujets que les blancs [2], pendant que les Chinois et les Malais ont une réceptivité plus grande que les mulâtres, moindre que les blancs. On dirait que l'immunité pour le miasme de la fièvre jaune, dans les races humaines, diminue au fur et à mesure qu'elles se rapprochent de la race blanche.

Ce qui se rencontre dans les races humaines se retrouve aussi dans les races animales ; c'est un point sur lequel on est bien fixé depuis les observations de M. Chauveau et celles de M. Olive. Les moutons algériens ne sont pas exposés à l'invasion du charbon bactéridien et, d'après les remarques de M. Tayon, les ânes africains jouiraient du même privilège. MM. Arloing, Cornevin et Thomas ont constaté, de même, l'immunité des adultes de l'espèce bovine pour le charbon symptomatique.

1. Rochoux, in *Dictionnaire de médecine*, VIII, art. CONTAGION.
2. Laroche, *Yellow fever*. Philadelphie, 1855.

Ces immunités congénitales, qui semblent au premier abord tenir du prodige, ne sont, en fin de compte, que des immunités acquises, les unes par le privilégié lui-même sans qu'il s'en soit rendu compte, les autres par les ascendants du privilégié, qui les a reçues par voie d'hérédité. Dans l'un comme dans l'autre cas, il y a eu une sorte de vaccination, et cela peut se comprendre très bien avec les notions que nous avons acquises.

On a reconnu que le sarcode animal pouvait se modifier par le contact médiat ou immédiat de ce que les hygiénistes nomment les *circumfusa*. Il se produit de ce fait de singuliers acclimatements. Le corps se fait aux miasmes et se vaccine lui-même; il le fait même dans des conditions telles que c'est lorsque le sujet sort de la localité empoisonnée qu'il est pris d'accidents. Tel individu qui vit sans en être incommodé au milieu des miasmes maremmatiques de la Sologne sera pris de fièvres intermittentes s'il quitte le pays. Il s'est fait comme une combinaison chimique qui se dédouble dès que les conditions extérieures varient.

Toute l'histoire des immunités est dans ce fait qu'un organisme plongé dans une atmosphère imprégnée de particules nocives se façonne de manière à résister à la maladie qu'engendrent ces virus. Cela explique du même coup : 1° comment les épidémies de choléra, de variole, de typhus, sont, à chaque invasion, de moins en moins meurtrières; 2° comment les épidémies, à chaque invasion, très redoutables quand elles débutent, le deviennent de moins en moins; 3° comment des individus venant d'un pays dans lequel une maladie, la variole par exemple, est inconnue, et arrivant dans une contrée où règne une épidémie de variole, sont frappés de suite et rapidement emportés : c'est ce qui est arrivé aux huit Esquimaux qui étaient venus à Paris pour figurer au jardin d'acclimatation; aucun n'a été épargné, tous ont succombé! Comment expliquer cette modification qui s'est opérée dans la composition des tissus et des humeurs des animaux qui arrivent à acquérir l'immunité? Par l'action des *virus atténués*, ou, peut-être mieux, par celle des microzymas ou des corpuscules protoplasmatiques qui se rencontrent partout dans les *circumfusa*. L'immunité ainsi gagnée peut ne pas être suffisante si l'individu est soumis à des virus trop violents.

La durée de l'immunité peut être très longue et se perpétuer par l'hérédité; c'est ce qui arrive pour la variole et aussi pour la syphilis. « Ses ravages au début, au point de vue de l'intensité du mal, ne laissent aucun doute. Quand la maladie arrive aujourd'hui dans une localité qui n'a eu aucune communication avec les syphilisés, elle

revêt ses formes primitives. L'atténuation de la maladie dans les pays infectés depuis plusieurs siècles tient, à n'en pas douter, à l'influence de l'hérédité. Combien sont nombreuses les familles qui doivent compter aujourd'hui parmi leurs ascendants des syphilisés guéris [1]. »

La science vétérinaire a mis à profit la connaissance de cette possibilité de transmission de l'immunité par l'hérédité. M. Chauveau a démontré que, en inoculant le vaccin du charbon bactéridien à des brebis algériennes pendant la gestation, les agneaux naissaient réfractaires. M. Toussaint a confirmé ces observations en ajoutant qu'il n'était pas nécessaire de choisir l'instant de la gestation : « il suffirait, d'après lui, d'inoculer les femelles pour avoir des troupeaux indemnes. »

L'immunité congénitale n'est donc qu'une immunité acquise, le plus souvent par les ascendants, et transmise par hérédité à des générations successives plus ou moins nombreuses.

Quels sont les agents producteurs de l'immunité acquise? Certains ne veulent voir que les microbes, c'est-à-dire les corps figurés; la lymphe ou glaire qui les accompagne est regardée comme n'ayant aucune action. Le vaccin du charbon proposé par M. Toussaint, au contraire, ne posséderait ses vertus bienfaisantes qu'à la condition de ne contenir aucun élément figuré, aucun Schizophycète ; la lymphe serait, dans ce cas, la partie active. La lymphe, regardée comme complètement inerte depuis les expériences de M. Chauveau sur la vaccine et sur la morve, se trouverait ainsi réhabilitée. Ces résultats, qui ramènent à la théorie de Liebig, émurent les partisans de la théorie vitale ; aussi M. Toussaint, à la suite de nouvelles expériences qui n'avaient qu'en partie justifié ses premières affirmations, « se hâta-t-il, dit M. Bouley [2], de faire ses réserves à l'endroit de sa première interprétation dans une des réunions de l'Association scientifique, tenant sa session à Reims. De fait, ce que M. Toussaint avait inoculé, c'était non pas un liquide destitué de Bactéridies, mais bien le virus charbonneux lui-même, atténué par l'action de la chaleur et de l'acide phénique, et pouvant, grâce à cette atténuation, donner à la plupart des sujets inoculés, sinon à tous, un charbon supportable, c'est-à-dire compatible avec la vie, et laissant dans l'organisme inoculé la précieuse propriété de le rendre désor-

1. Bouchardat (A.), *Des principaux modes d'atténuation des microbes...*, in *Rev. scient.*, 3e sér. 1re ann., 2e sem., XXVIII, pag. 462.
2. Bouley (H.), *Inoculation préventive du charbon*, in *Bull. Acad. méd. de Paris*, 1880, IX, pag. 942.

mais invulnérable au charbon. En un mot, M. Toussaint avait réussi à transformer le virus charbonneux en son propre vaccin, comme avait fait M. Pasteur pour le virus du choléra des poules. Les expériences de M. Toussaint ne représentaient donc plus rien d'exceptionnel; elles se rangeaient sous la loi générale établie par M. Pasteur, dont elles avaient semblé un instant être la contradiction. »

Est-il possible, néanmoins, d'expliquer l'immunité acquise? Opinion des anatomo-pathologistes : Bouillaud.

Mais qui donne l'impulsion nocive, qui détermine ces transformations pathologiques? Les agents physico-chimiques, sans doute; mais alors, comment expliquer l'intervention des vaccins et des virus dans les maladies provoquées par la contagion et par l'inoculation. Il y a, là, un phénomène complexe, et l'on ne doit perdre de vue aucun des éléments qui entrent en fonction. Les faits exposés par Bouillaud servant de base, il ne faut pas oublier la présence (nous ne disons pas la production, pas plus que nous ne disons l'influence) d'éléments, figurés ou amorphes, qui, dans certaines circonstances, peuvent servir à perpétuer les maladies par transmission. Les panspermistes ne veulent admettre que ceux de ces éléments qui ont une *forme*, tandis que les faits cliniques démontrent qu'il faut compter aussi avec les autres, avec les ferments amorphes, dût la théorie vitale concéder une petite place à la théorie chimique.

Un milieu n'est-il apte qu'à donner une seule et même fermentation, ou peut-il en donner plusieurs observations simultanément?

Opinions de Pasteur**; Observations des cliniciens.**

Toutes les expériences faites sur les vaccins pastoriens nous conduisent à ces conclusions suivantes : 1° Pour obtenir l'immunité, il faut inoculer un virus atténué. 2° Pour obtenir un virus attenué, il faut agir sur lui de manière à détruire, le plus possible, l'activité spéciale du microbe tenu en suspension au milieu de la lymphe. D'après M. Pasteur, qui trouve explication à tout, le microbe tomberait ainsi en état languissant par son contact avec l'air : c'est l'oxygène qui l'affaiblirait. Cette explication ne satisfait pas, car de deux choses l'une : ou bien le microbe est encore vivant, quoique malade, ou il est mort. S'il est vivant et malade par la faute des conditions

extérieures et abondance d'oxygène, il se régénérera dès qu'il se trouvera dans des milieux qui lui plairont et donnera la maladie et non l'immunité. C'est ce qui n'a pas lieu, à en croire toutes les expériences : la préservation semble être à peu près constante. Donc la vaccination se fait parce que le microbe est mort. Dès lors, le virus atténué serait le virus réduit à la lymphe, au plasma plus ou moins chargé des granulations corpusculaires signalées par M. Chauveau ou aux microzymas de M. Béchamp. Ce qui nous ramène à la première explication que M. Toussaint avait donnée de l'action de son vaccin antibactéridien (voir p. 268). L'atténuation des virus se ferait ainsi par la destruction du caractère physiologique, cette explication du phénomène est tout au moins singulière de la part de ceux qui ne reconnaissent un microbe qu'à ces caractères physiologiques : en sorte qu'un microbe atténué serait, pour eux, un microbe qu'ils ne reconnaîtraient plus!

L'immunité congénitale n'étant qu'une variété d'immunité acquise, il nous reste à savoir comment expliquer l'immunité acquise? M. Pasteur pense que le sol animal est usé par le microbe. Une invasion de microbes de variole, par exemple, ayant, dans les humeurs du corps, dévoré tout ce qui peut leur être utile, il ne reste plus rien pour nourrir d'autres tribus d'envahisseurs de même espèce. M. Chauveau explique la non-récidive par « la production de matières nuisibles à la prolifération de la bactéridie ». Ces deux interprétations ne satisfont pas l'esprit. Comment, en effet, comprendre que l'économie, qui a réussi à chasser les microbes, reste inerte et ne répare pas les dégâts qu'ils lui ont causés ou n'élimine pas les corps étrangers qu'ils ont laissés derrière eux. En admettant l'action de la lymphe, on peut comprendre mieux une sorte de combinaison moléculaire du plasma animal avec le plasma développé sous l'action des microbes ou des ferments amorphes, car pour ces derniers, aussi, il faut reconnaître l'immunité acquise. Les expériences de M. Galtier le prouvent pour la rage et celles de M. Lacerda pour le venin des serpents, avec cette différence que, dans ce dernier cas, le vaccin est, parfois, une matière minérale : le permanganate de potasse, etc.

Immunités acquises par les agents thérapeutiques : SOEMMERING, LEMERCIER, MIQUEL, etc.

§ III. — Etude des Fonctions.

Organiques par leur origine, inorganiques par leur nature, les zymases forment donc un passage intéressant, au plus haut degré, entre la matière à laquelle on concède la propriété de vivre et celle à laquelle on refuse ce privilège. Chose plus curieuse encore : ce sont les zymases, ces inorganiques, qui créent l'organisé et qui, par leurs actions et réactions, leur communiquent la vie, dont certains les déclarent dépourvues elles-mêmes ! Il est bien certain que, n'ayant point de *formes* et ne présentant point d'organes, elles manquent de ce qu'on est accoutumé d'appeler des fonctions ; ces fonctions, chez elles, ne sont plus que des phénomènes physico-chimiques. D'où il ressort que, la vie des végétaux et celle des animaux, étant faites d'actions opérées par les zymases, et celles-ci se ramenant à des actions physico-chimiques, se réduiraient, en dernière analyse, à ces simples actions. La VIE ne serait plus que le résultat de l'action du protoplasma, influencé par les agents physiques impondérables, sur les éléments chimiques des milieux. Si nous arrivons à le démontrer nous aurons ainsi fait la preuve de ce que nous disions page 78 et qui paraissait tout au moins téméraire.

1° Fonctions de nutrition.

La nutrition des zymases ! Oublions-nous donc que nous sommes en pleine chimie organique et que nous avons à nous occuper de composés chimiques inorganisés et non point de substances organisées vivantes ? Nous ne l'oublions pas. Cependant, avant d'entrer en plus de détails, il n'est pas sans utilité de rappeler que, si l'on peut dire que certaines zymases, sorties de leur milieu pour être transportées dans des milieux étrangers, n'agissent qu'à la manière de composés chimiques, il nous est impossible d'admettre qu'il en soit toujours ainsi ; nous n'en voulons prendre, comme preuve, que le ferment de la rage, qui, tout comme un ferment figuré, vit et se multiplie dans l'organisme inoculé. Il y a donc tout lieu de croire que la gouttelette de zymase inoculée s'est nourrie, s'est développée, a envahi le torrent circulatoire en présentant une période d'incubation, à la façon des microbes contagieux, puis est venue s'établir au lieu d'élection, les glandes salivaires.

Théorie chimique : Willis, Stahl, Boerhaave, Berzelius, Mitscherlisch, Gerhardt, Robin, Berthelot.

Comment se fait-il que M. Berthelot soit regardé comme un des partisans de la doctrine chimique? C'est que, au lieu de tout expliquer par la « force vitale », il entreprend de « bannir la vie de toutes les explications relatives à la chimie ». Le protorganisme figuré n'est ferment que par la matière amorphe qu'il sécrète. « Il suffit d'admettre que les êtres vivants qui les renferment ne sont pas les ferments véritables, mais qu'ils ont la propriété de les sécréter, au même titre que l'orge germée sécrète la diastase, les amandes l'émulsine, la levure de bière le ferment glycosique, le pancréas la pancréatine, l'estomac la pepsine. Les ferments insolubles seraient, dès lors, comme les ferments solubles, des principes particuliers produits par l'action d'une plante ou d'un animal. »

Tout ce que nous avons dit jusqu'ici nous amène à admettre l'importance capitale des zymases dans la fermentation. Le problème se trouve donc réduit à rechercher comment elles agissent sur les corps avec lesquels on les trouve en contact.

Il y a d'abord à rechercher si les zymases, qui, nous l'avons vu, peuvent opérer des fermentations de même nature que les protorganisés figurés, possèdent une spécificité que nous n'avons pas trouvée dans ces derniers. *A priori*, on peut répondre par la négative, car, si l'on eût dû trouver une spécialisation de fonctions, c'eût été plutôt chez les *figurés*, qui sont plus élevés en organisation et qui, de l'avis de tous, opèrent avec plus de rapidité et de régularité. L'expérience confirme la logique du raisonnement. Ainsi, par exemple, l'amygdaline, qui a pour ferment l'émulsine, peut être décomposée par la plupart des matières azotées d'origine animale; toutefois, celles-ci mettent plus de temps à agir. La salicine, qui a pour ferment cette même émulsine, est aussi décomposée par les matières azotées et la diastase; l'agent de la fermentation maltosique peut être remplacé par ces mêmes matières azotées : mais l'action est, dans tous ces cas encore, plus lente et plus irrégulière que lorsque c'est le ferment propre qui agit.

Si le ferment amorphe n'a pas d'action spécifique, il agit, non pas parce qu'il est diastase ou émulsine, mais parce qu'il est matière azotée, protoplasma ou sarcode; il ressort de là que tout corps azoté pourra arriver à produire une même fermentation. Depuis longtemps on a prouvé « qu'en abandonnant à elle-même une dissolution de sucre contenant une matière azotée d'origine animale, albumine, gluten, fibrine, caséine, gélatine, etc., le sucre entre, peu à peu, en fermentation alcoolique et se décompose; mais, au lieu de disparaître en l'espace de quelques heures, il exige un mois; au

reste, la fermentation est incomplète... La matière azotée a-t-elle agi en son état originaire, ou a-t-elle acquis la faculté à condition d'avoir pris un état spécifique? Cet état est-il spécial et lié à la nature du corps azoté primitif, ou répond-il aux propriétés et à la forme d'une levure véritable, identique à la levure de bière »[1]. ??

Bien plus, on peut se passer du sarcode dans lequel, peut-être, est resté assez de « force vitale » pour expliquer la fermentation. « On peut obtenir la fermentation alcoolique en employant une matière azotée artificieille et privée de toute structure organisée (gélatine) et en opérant uniquement avec des liquides limpides et des substances solubles. Il suffit de maintenir à une température voisine de 40° une dissolution de 1 partie de gélatine, 10 parties de glycose, 5 de bicarbonate de potasse ou de soude et 100 d'eau. La dissolution doit être saturée d'acide carbonique. Au bout de quelques semaines, le mélange entre en fermentation, des gaz s'échappent, et on obtient une forte proportion d'alcool. Il se forme un dépôt insoluble de granulations moléculaires. »

Les corps gras naturels, dont le ferment est la pancréatine, se résolvent en glycérine et acides gras, sous l'influence d'une multitude de réactions purement chimiques, entre autres, celles des acides minéraux étendus. Or, comme on peut, d'autre part, fabriquer des corps gras artificiels, et, comme *ces corps artificiels fermentent comme les corps gras naturels*, il se trouve qu'il devient possible de *créer* artificiellement une fermentation. Sous la même action des acides étendus, la salicine se dédouble en glycose et saligénine, et le sucre de canne, l'amidon, etc., sont changés en glycoses isomériques.

« Enfin, dit M. Berthelot, rien ne s'oppose *à priori* à ce qu'un ferment soit produit par l'art et indépendamment de la vie, de la même manière qu'on prépare tout autre principe immédiat. »

Les fermentations peuvent donc être assimilées aux réactions chimiques, puisque les actions chimiques peuvent remplacer les ferments. Cette « force vitale, » qui nous paraissait si difficile à démêler alors qu'elle résidait dans des organismes déjà compliqués, quoique d'une simplicité fort grande en apparence, a donc pu être disséquée, et on lui trouve, comme point de départ, soit des actions de contact, soit même, simplement, l'action de l'électricité, car M. Berthelot est parvenu à faire de l'alcool avec une dissolution sucrée où le ferment était..... la décharge électrique.

En résumé nous pouvons dire : « l'étude des effets produits par

1. Colin, *Fermentations* in *Mém. Soc. sc. nat. de Seine-et-Oise*, 1838.

ces ferments solubles est décisive, car elle prend les cas les plus simples, ceux dans lesquels l'analyse du phénomène peut être poursuivie plus profondément; l'étude montre que les ferments solubles une fois produits exercent leur action indépendamment de tout acte vital ultérieur; leur action ne présente de corrélation nécessaire à l'égard d'aucun phénomène physiologique. Les résultats peuvent être reproduits par des procédés purement chimiques avec le concours des acides étendus. Or, *il n'est point douteux que ces derniers agissent par action de contact.* Dès lors, l'identité des effets obtenus sous l'influence des ferments solubles conduit à *admettre l'analogie des causes;* dans les deux cas, mêmes éléments, mêmes effets, le modificateur seul est changé.... Si une étude approfondie conduit à cette manière de voir, toutes les fermentations se trouveront ramenées à une même conception générale, et elles pourront être définitivement assimilées aux actions de présence provoquées par le contact des acides et des agents chimiques proprement dits. »

2° Génération ou mieux Genèse.

Nous avons ici l'heureuse fortune de trouver, à peu près, tous les auteurs en parfait accord. Les ferments pseudorganisés n'étant généralement pas reconnus comme des êtres vivants, les physiologistes les ont abandonnés aux chimistes, qui les font naître tout simplement des corps inorganiqnes. Ces blastèmes, lymphes, glaires, plasmas, une fois formés, peuvent, dans certains cas, se concréter en granulations, éléments anatomiques qui par conséquent procèdent médiatement des éléments inorganisés et sont créés, c'est-à-dire engendrés, spontanément par l'action des agents extérieurs sur la matière. Il y a donc bien là hétérogénie, puisque des corps, réputés inertes, peuvent par l'agencement particulier de leurs molécules donner des substances au milieu desquelles, par l'action continuée des mêmes agents extérieurs, apparaissent des pseudorganites.

Cet accord des physiologistes a-t-il chance de se maintenir? Nous ne le pensons pas. En effet, si certains d'entre eux ont admis l'hétérogénie de ces pseudorganisés, c'est qu'il était admis qu'ils n'étaient point vivants. Or nous avons vu qu'il y avait tendance à reconnaître de la force vitale dans des microzymas et dans des granulations protoplasmatiques. M. Chauveau, qui en 1871 pensait que ces productions étaient bien différentes des ferments figurés, a changé de manière de voir : ses corpuscules sont devenus des microbes; dès lors surgit une hésitation sur l'origine : Comment des microbes

doués de forces vitales proviendraient-ils d'éléments qui en sont dépourvus? « J'ai dit, en effet, qu'au lieu de constituer des êtres indépendants, doués d'une vie propre, que je n'hésitais pas à attribuer aux ferments des maladies septicoïdes, les virus vrais pourraient bien être le produit du protoplasma des cellules irritées par le contact de la matière infectante. Mais cette dernière vue n'établissait qu'une distinction essentiellement provisoire entre deux catégories d'agents de même ordre appelés, par le progrès des études ultérieures, à se confondre dans une seule et même famille. Néanmoins, en voyant plus tard, dans l'écrit posthume de Claude Bernard sur la fermentation alcoolique, comme notre grand physiologiste s'est laissé entraîner à douer la *matière protoplasmique* ou la *force plasmatique* des jus de raisins du pouvoir de procéder à la génération de la levure, j'ai songé à nos conversations sur les agents virulents, et je me suis demandé si je n'avais pas, à mon insu, contribué a engager dans cette voie le savant illustre qui voulait bien m'écouter [1]. »

Pour nous qui avons admis que la vie est partout et dans tout, même dans l'inorganisé, il ne nous déplaît pas de voir avancer les limites du domaine des êtres vivants; après y avoir englobé les zymases, on y recevra les blastèmes et les glaires, et chaque pas en avant dans cette voie donnera raison à notre manière de comprendre les choses.

Les zymases naissent donc des éléments organisés et sont, comme tous les protoplasmes, tirées par eux de la matière minérale. Mais peuvent-elles se multiplier? Transportées dans un sol autre que celui où elles ont pris naissance, peuvent-elles se régénérer et se reproduire? On peut répondre par la négative; et ce caractère a même fourni à ceux qui veulent établir une limite entre les organisés et les inorganisés des raisons pour rejeter les pseudorganisés parmi les êtres non vivants. Nous avons vu que les physiologistes n'ont pas tous partagé ces conclusions, et peut-être n'ont-ils pas eu tort, car il y a des exceptions qui démontrent que, s'il n'est pas prouvé que la plupart des zymases puissent se régénérer et se multiplier, la preuve est malheureusement faite trop souvent pour d'autres. En effet, si la diastase et les venins ne se reproduisent pas, bien plus, s'épuisent dans le sol où ils se trouvent accidentellement placés, il n'en est pas de même du virus de la rage ni de celui de

1. Chauveau, *Les virus,* Discours au congrès de l'*Association pour l'avanc. des sciences;* session d'Alger, 1881.

la stomatite, qui se multiplient et peuvent servir à nouveau à de nouvelles contagions.

Comment les amorphes se propagent-ils? Comment sortent-ils du milieu où ils sont pour aller exercer leur action dans un autre lieu? Les ferments figurés, étant des organismes libres, pouvaient se propager par toutes voies d'ensemencement, l'air, les eaux, le contact. Mais, pour les ferments amorphes, il n'en est plus ainsi : ce sont, en effet, des matières plus ou moins liquides, qui ne peuvent, en cet état, être propagées que par contact immédiat. Toutefois, il est bon de remarquer que les granulations plasmatiques, les microzymas qui entrent dans la composition de ces zymases peuvent être aussi emportés par l'air ou les eaux; et que si elles sont peu appréciables à nos sens, il ne s'en suit pas que l'ensemencement ne se produise pas. En résumé, la propagation des amorphes se fait : 1° par contact direct, par transport *voulu*, aussi bien quand le brasseur apporte de la diastase dans ses cuves à bière que lorsque le serpent frappe de ses crochets ou que le chien enragé inocule son virus aux passants; 2° par transport *inconscient*, contact médiat, et alors ce sont les microbes qui leur servent de messagers. La question des contagions repose sur ce fait, autour duquel gravitent et la médecine et l'hygiène.

Deux questions se posent : 1° Ces microbes, ces microscopiques dont les panspermistes se plaisent à peupler les *circumfusa*, sont-ils des ennemis ou des indifférents? ne les a-t-on pas trop légèrement accusés d'être des hôtes terribles, soit pour paraître avoir, enfin, mis un terme à toutes les investigations de *natura morborum*, soit pour se donner des airs de savants près de ceux qui n'ont pas de microscope ou ne savent pas le manier? 2° S'il est vrai que ce soient des ennemis, par quels moyens arrivent-ils dans l'économie animale qu'ils veulent attaquer? et comment y pénètrent-ils? En un mot, qu'est-ce que la contagion?

A. — Existe-t-il des ferments pathogènes?

Les ferments de maladies existent; nous avons indiqué, pour chaque maladie, des microbes divers, et il semble bien, du moins à ne tenir compte que des formes, que ce sont ceux que nous avons trouvés dans les airs et dans les eaux (voy. p. 305), sur tous les objets qui nous environnent, et qui, de plus, se rencontrent normalement, à l'état de santé, dans la bouche, le canal digestif, le sang, la lymphe, etc., etc. Les ferments donnés comme ferments

pathogènes (tout comme les zymogènes, au reste) ne manquent pas, bien au contraire. Or c'est précisément leur grand nombre, et, plus encore, la variabilité des formes rencontrées dans une même affection qui a fait conserver des doutes, non sur la réalité de leur existence comme microbes, mais sur leurs propriétés nocives et léthifères. On verrait un même microbe bien caractérisé donner toujours la même maladie; il n'y aurait pas plus à hésiter qu'on n'hésite à reconnaître dans l'acare la cause de la gale, dans le poirier le producteur de la poire. Ici, ce n'est plus cela, et, non seulement, on se

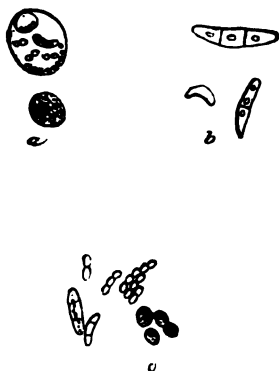


Fig. 93. — *Botrytis infestans?* développés, d'après M. Salisbury, dans les organes génitaux urinaires.



Fig. 94. — *Zymostosis phosphaticus* Salisb. Trouvé dans les urines phosphatiques, d'après M. Salisbury.

trouve en face de poiriers qui portent les fruits les plus divers, poires, concombres, haricots, etc., mais, pour comble d'obscurités, il se trouve que les mêmes fruits sont portés par une infinité d'arbres d'espèces différentes. On n'est arrivé à n'avoir plus d'*espèces botaniques* de microbes et par conséquent plus de spécificité.

Aussi, les découvreurs de ferments pathologiques ne se reconnaissent-ils pas au milieu de toutes ces formes; ces savants, qui ne sont pas naturalistes, confondent les Règnes, les groupes, les genres, les espèces, les variétés, et même les phases d'un même organisme; ils baptisent le nouveau-né du premier nom venu, sans se rendre compte de sa valeur; ils emploient indistinctement et sans raison les noms de *Mucor*, Mucédinées, moisissures, infusoires, microphytes, microzoaires, *Penicillium*, spores, cystoblastions, germes brillants, microzymas, *Micrococcus*, ou, pour être moins embarrassés,

ils les décorent du nom de microbes, qui comprend tout et ne dit rien : ce qui, dans l'état de vague où ils ont mis la science, nous a forcés de suivre leur exemple. Ces savants ne semblent pas se douter que, pour prendre rang dans les cadres scientifiques, chacun de ces organismes devrait avoir son acte civil régulièrement enregistré; qu'on l'ait vu, qu'on l'ait montré, cela ne fait aucun doute, puisqu'on le déclare; mais, pour qu'on ait fait œuvre utile et profitable, cela ne suffit pas; il faut qu'on ait donné son signalement! Il ne suffit pas, en effet, d'annoncer qu'on a vu l'*ennemi*, il faut qu'on donne à chacun le moyen de le reconnaître, afin de s'opposer en temps utile à son invasion. Quand on est peu habitué au maniement des instruments et qu'on ne connaît pas les êtres incriminés, on peut prendre pour le *monstre* bien des êtres inoffensifs, et la question de la cause des maladies peut se trouver obscurcie par le fait même de ceux qui cherchent à l'éclairer.

Est-on plus heureux si l'on cherche la spécificité physiologique? Cela ne semble pas. Au reste, déclarer lorsqu'on a la fermentation acétique, par exemple, que le microbe qui s'y rencontre est le microbe acétique, nous semble enfantin, pour ne rien dire de plus; le médecin ne peut se contenter de recherches semblables, et, pour que la pathologie microbiotique soit fondée, si tant est qu'elle puisse l'être, il faut, nous ne saurions trop le répéter, qu'on sache, au milieu de tous les autres, reconnaître le microbe de la syphilis de celui du vaccin, etc. Sous le microscope, ils doivent avoir des caractères qui permettent de les distinguer, comme on distingue un chien d'un chat, un rosier d'un palmier. Il ne suffit pas de dire *Micrococcus*, il faut savoir dire lequel est l'*ennemi*, lequel est l'*ami*. Or cela est difficile, car les propriétés ne sont pas fixes.

Si l'on ne peut nier que les microbes existent dans les maladies, en laissant de côté pour l'instant leur forme et leur spécificité, que peut-on trouver à opposer à ceux qui prétendent qu'ils sont les causes de ces maladies? On peut leur opposer et, on leur oppose, que les mêmes microbes avec les mêmes formes se rencontrent dans l'air, les eaux, le corps des animaux qui sont en complet état de santé.

Partout où nous avons signalé des microbes accusés d'être causes de maladies, nous trouvons des microbes affectant les mêmes formes et parfaitement compatibles avec l'état de santé (fig. 93, 94, 95, 96). A l'état normal, la bouche est habitée par des légions de protophytes, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirochæte*, *Spirillum*, *Sarcina*, sous leurs formes diverses. *Zooglœa*, *Leptothrix*, etc.,

et ces microbes non seulement ne semblent pas en rapport avec un état morbide, mais bien au contraire paraissent être en rapport avec la conservation de l'état de santé. « La cavité buccale est sans cesse habitée par plusieurs espèces de Bactéries représentées chacune par une quantité innombrable d'individus. Ces Bactéries, qui pour la plupart sont les agents ordinaires des fermentations pu-

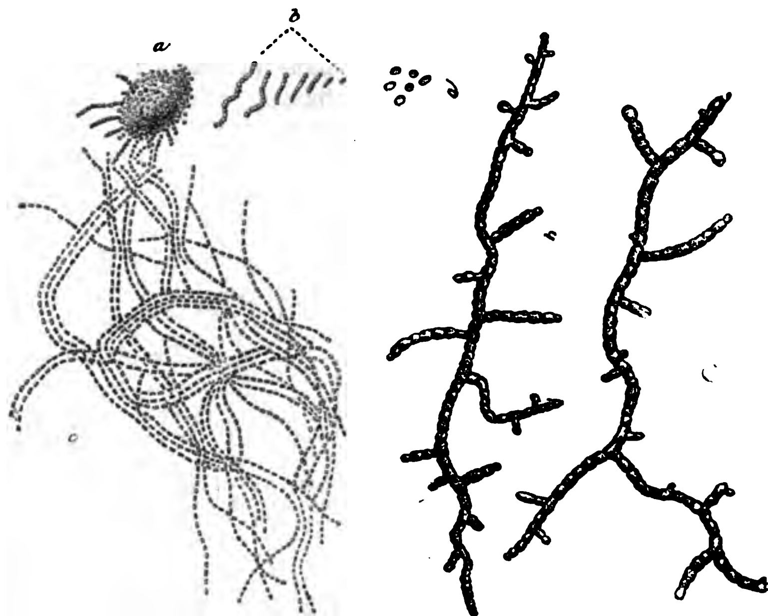


Fig. 95. — *Zymostosis regularis* SALISB. Fig. 96. — *Entophycus hœmactus* SALISB.
Trouvés l'un et l'autre, d'après M. Salisbury, dans le sang de personnes malades et dans celui de personnes bien portantes.

trides ou autres, jouent un rôle semblable dans la bouche [1]. » Comment, lorsqu'un de ces microbes est trouvé dans telle ou telle affection, ne pas hésiter à le déclarer cause de la dite affection? C'est pour n'avoir pas été suffisamment renseigné qu'on a été sur le point de regarder le *Bacterium Termo* normal de la salive comme l'agent spécifique de la rage.

MM. Gruby et Delafond, dès 1843, ont signalé de même, dans l'estomac et l'intestin des herbivores, quantité de vibrioniens. M. Robin a montré sur toute la longueur du tube digestif le *Leptothrix*, et il

1. Rappin (G.), *Les Bactéries de la bouche à l'état normal, etc.* Thèse inaug. Fac. méd., 1881.

nous a été donné d'en voir un échantillon, provenant de mucosités intestinales, qui aurait été bien couramment nommé *L. buccalis*, s'il n'eût été recueilli à l'extrémité du canal complètement opposée à la bouche. Or M. Robin [1], dès 1865, a déclaré que les Bactéridies du charbon, *Bacillus anthracis*, n'étaient pas autre chose que des *Leptothrix buccalis* (fig. 62, 97).

Cfr. Butlin, Goodsir, Robin, Suringar, Hallier, Tiégel. — **Dans les cavités respiratoires** : Miquel. — **Dans la vessie** : Salisbury **(fig. 93, 94). Dans le sang** : Lueders, Hensen, Nedvetzki, Billroth. — Chalvet, Léwis **(fig. 98).**

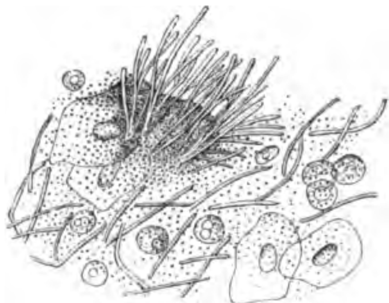


Fig. 97. — *Leptothrix buccalis* Ch. Rob., d'après M. Charles Robin. Trouvé dans les liquides de la cavité buccale des personnes en parfait état de santé.

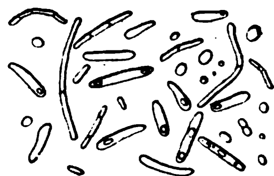


Fig. 98. — *Bacillus*......? Trouvés dans le sang d'animaux sacrifiés en pleine santé, d'après M. Richard Léwis.

« M. Pasteur affirme que le charbon est toujours produit par la Bactéridie. J'affirme qu'il se trompe, et je le prouve. Il est démontré que, sous l'influence du travail digestif, des Bactéridies se forment dans l'intestin. Ces Bactéridies sont absolument pareilles à celles qui nagent dans les liquides charbonneux; je défie M. Pasteur de distinguer les unes des autres. Eh bien, les unes donnent le charbon, les autres ne le donnent point; il n'est donc pas exact de dire que la Bactéridie donne toujours le charbon,....... Donc la Bactéridie A, que vous ne pouvez au premier abord distinguer de la Bactéridie B, ne donne pas le charbon, ce qui contredit votre proposition; mais, si on l'inocule à certaine dose, elle produira la septicémie. Ce n'est pas tout : voici du sang pris sur un animal charbonneux et contenant des Bactéridies; je l'inocule, il ne produit pas le charbon [2].... »

1. Robin (Ch.), *Traité du microscope*, 1871, pag. 926.
2. Colin (G.), Discussion sur le charbon, Acad. de méd., 18 janv. 1881.

« Il a été prouvé que les tissus vivants du corps peuvent, dans certaines conditions, lorsqu'ils sont excités, par exemple, par des irritants purement chimiques, tels qu'une forte solution d'iode ou d'ammoniaque, sécréter un liquide qui, lorsqu'il est transféré d'un animal à un autre, n'est pas moins virulent que l'exsudation consécutive à l'introduction dans l'organisme d'une substance fourmillant de *Bacilli*. Des observations sur ce sujet ont été publiées par beaucoup d'observateurs. Le Dr Cunningham et moi-même nous rappelons avoir trouvé un grand nombre de Bactéries dans le sang d'un chien que les irritants chimiques firent mourir. Ces Bactéries ne pouvaient pas avoir causé la mort; elles ne provenaient pas non plus de l'ammoniaque employée pour produire l'inflammation. Il semblerait, d'après ces résultats, que les éléments et les tissus vivants du corps lui même ont, dans l'élaboration des poisons septiques, une bien plus grande part que celle qu'on leur assigne d'ordinaire [1]. »

A propos de l'intermittence des fièvres dans lesquelles on rencontre les *Spirochœte*, le même savant a pu saisir dans le sang des malades le mode de disparition de ces microbes, qui ne se montrent qu'au moment des accès et disparaissent dans les intervalles, pour reparaître à une nouvelle crise (page 300). « La conclusion à tirer de cette observation, dit l'auteur, est que, lorsque le sang se trouve dans une condition encore indéterminée, il devient impropre à l'existence des *Spirilla*, et que dans ce cas les fibrilles subissent une segmentation, et les plastides séparées disparaissent de la même manière que les autres plastides (petites Bactéries, etc.), lesquelles disparaissent très rapidement après avoir été introduites dans la circulation..... Quoi qu'il en soit, il est clairement évident que leur existence comme *Spirilla* est indépendante de la composition des liquides du corps. »

De ce qui précède, il ressort peut-être que les microbes n'ont pas toute l'importance que voudrait leur donner une certaine école, puisqu'ils descendraient du rang de *causes* à celui d'épiphénomènes, c'est-à-dire d'*effets;* mais il ne ressort pas qu'ils n'aient jamais que ce rôle effacé. Les cultures artificielles prouvent que la plupart peuvent vivre dans des milieux autres que ceux qui leur ont donné naissance, et l'expérience démontre qu'ils peuvent, à l'état de ferments figurés ou de ferments amorphes, être inoculés, c'est-à-dire portés d'un individu malade à un individu sain. D'un autre côté, l'induction donne de fortes présomptions pour admettre que ceux

1. Léwis (T.-Richard), *Les microphytes du sang*. Trad. in *Rev. intern. des sc.* 1880, V, pag. 351.

qui, étant figurés, peuvent être emportés à travers les espaces et y rester à l'état de vie latente, lorsqu'ils trouvent un sol préparé, y germent, déterminant par leur présence dans l'organisme prédisposé une maladie qui, sans leur arrivée, ne se fût peut-être pas développée par les seules forces de la nature. Ces germes de maladies sont nommés contages : *contagium vivum* ou *contagium animatum*. Lucrèce dit :

Primum multarum semina rerum.
Esse supra docui quæ sunt vitalia nobis;
Et contra quæ sint morbo mortique, necesse est
Multa volere : earum casu sunt forte coorta,
Et perturbant cœlum, fit morbidus aër.

B. — Comment les ferments pathogènes se propagent-ils?

Que devons-nous entendre par contagion? La question est bien controversée.

Cfr. **Fernel, Lind, Adams, Nacquart, Rochoux, Anglada, Hardy et Béhier, Bouillaud, Dieulafoy, etc.**

Nous ne discutons pas les limites qu'on a données au groupe des maladies contagieuses; nous nous limitons, ici, à étudier celles qui ont quelque rapport de causalité avec les protorganisés-protophytes dont nous nous sommes occupés. C'est pour cela que, si nous y faisons rentrer les envenimations; par contre, nous n'y gardons pas les maladies où la contagion est dite nerveuse. Nous ne voulons pas dire, pour cela, qu'on ne trouvera jamais moyen d'expliquer par une contagion vraie ces phénomènes si curieux qui commencent au tic, au bâillement, pour finir aux convulsions du cloître Saint-Merry ou aux hallucinations des nonnes de Loudun [1]; très certainement, nos sens, moins parfaits que ceux de certains animaux, nous servent mal, et nous sommes obligés d'appeler à notre secours des intruments qui les renforcent et élargissent nos horizons. Mais, pour l'instant, restons dans les limites du connu et appelons contagieuses toutes les maladies qui peuvent être produites par l'action d'un *contagium* protorganisé-protophyte. N'oublions pas que nous faisons de la cryptogamie et non de la pathologie.

La contagion sera pour nous : la transmission des contages ou fer-

1. Bernutz, *De la contagion nerveuse et de l'imitation dans leurs rapports avec la propagation des maladies nerveuses*, in *Bull. Acad. de méd.*, 1881, XXVI, pag. 818.

ments pathogènes. Ainsi comprise, la contagion nous laisse encore bien des questions à examiner.

Comment et par quelles voies peut se faire la contagion ? Le moyen le plus certain est l'introduction directe et voulue du ferment dans le sujet à contagionner : rage, envenimation. Ensuite, vient le contact immédiat dans lequel l'inoculation se fait inconsciemment : ainsi se propage la syphilis. Dans ces cas, bien heureusement, il n'existe pas de microbes qui, devenant libres et voyageant dans les airs, puissent aller porter au loin ces terribles affections, comme cela arrive pour la plupart des autres ferments de maladies : variole, rougeole, scarlatine, choléra, etc., etc. Ce qui constitue le troisième mode de propagation : contagion médiate.

Par quelles voies les microbes se propagent-ils? Lorsqu'il s'agit de maladies ayant leur siège sur la peau, comme la teigne, la mentagre, etc., il est facile de comprendre comment des spores apportés par l'atmosphère ou de toute autre façon se déposent sur les points d'élection et germent si le sol leur semble convenable. Mais, lorsqu'on a affaire à des maladies qui ont pour siège le sang et les humeurs, la question devient plus compliquée, et ceux qui veulent tout expliquer par l'introduction des microbes sont fort embarrassés et arrivent à des combinaisons qui dénotent chez leurs auteurs, tout au moins, une grande fertilité d'imagination. Certains veulent que les germes viennent charriés par les airs, tandis que d'autres déclarent ce mode de transmission impossible. Ainsi MM. Lemaire, Cloez, Terreil et Gratiolet disent que la vapeur d'eau et les gaz qui se dégagent de toute matière en fermentation les répandent dans l'atmosphère. MM. Burdon-Sanderson, Cohn et P. Miquel prétendent le contraire. Ce dernier dit, à propos de ces mêmes miasmes maremmatiques : « Je prouverai, contrairement à l'opinion de plusieurs auteurs, que la vapeur d'eau qui s'élève du sol, des fleuves et des masses en pleine putréfaction est toujours micrographiquement pure. » Et il ajoute : « Je prouverai que les gaz qui proviennent des matières ensevelies en voie de décomposition sont toujours exempts de Bactéries, que l'air impur, lui-même, qu'on dirige à travers les viandes putréfiées, loin de se charger de microbes, se purifie entièrement, à condition que le filtre infect et putride soit dans un état d'humidité comparable à celui de la terre puisée à $0^{m},30^{c}$ de la surface du sol [1]. »

1. Miquel (P.), *Des Bactéries atmosphériques*, in *Compt. rend. Acad. des scien.*, 1880, XCI, pag. 64.

Action des microbes sur les plaies. — Alarmes chirurgicales des chimistes : PASTEUR, TYNDALL, DUCLAUX, etc. — Du pansement ouaté; DÉCLAT et LISTER. — Opinion des chirurgiens : GOSSELIN, SÉDILLOT, DEMARQUAY.

Introduction des microbes par les voies digestives : DAVAINE, LAFOSSE, PASTEUR, CHAMBERLAND et ROUX, BOULEY, SÉGUIN, LEUDET, etc., etc. — Opinion contradictoire de KOCH, COSSART-EWART, KLEIN.

Dans toutes ces discussions sur les modes de contagion, nous voyons deux écoles en présence. D'un côté sont les partisans, quand même, de la pathologie animée : *sans microbes*, *impossibilité de mourir*, voire même de vivre. De l'autre, se trouvent les spontéparistes pour lesquels le microbe n'est rien qu'un effet, un épiphénomène, dont il n'y a pas à tenir compte. Pour les uns, les microbes invisibles, éternels, résistant à toutes les causes de destruction, au feu, à l'eau, au froid, à des compressions énormes, sont partout, dans les eaux, dans la terre, dans tous nos aliments, dans tout ce qui nous entoure; l'atmosphère en est remplie, et là ils guettent leur proie et s'abattent sur elle pour l'infecter et la tuer. Pour les autres, le microbe n'a rien d'extraordinaire : c'est un produit vivant qui se forme normalement dans un grand nombre de circonstances et qui ne fait que participer momentanément à l'empoisonnement dont est frappé le corps qui le porte. Peut-être voyage-t-il. Mais cela n'a aucune portée pathologique.

Le médecin ne peut rester dans l'incertitude où le laissent ces contradictions. Deux questions se trouvent liées à la présence des protorganisés pathogènes. C'est l'idée que nous exprimions déjà en 1869[1]. « La maladie se développe-t-elle par leur action? sont-ils *causes?* Ou bien se développent-ils parce que la maladie existe? sont-ils *effets?* S'ils sont *causes*, comment expliquer leur transmission dans les maladies contagieuses et épidémiques; s'ils sont *effets*, comment expliquer leur formation dans les organismes malades?...... Au point de vue pratique, la question doit être élucidée; car, si la reproduction par germes et, par suite, la *contagion médiate* sont prouvées, tous les moyens thérapeutiques devront tendre à empêcher ces germes d'être apportés du dehors, et l'on comprendra les précautions hygiéniques telles que : quarantaines, cordons sanitaires, etc. En second lieu, lors-

1. Marchand (Léon), *De la reproduction des animaux infusoires*. Thèse concours agrégation, Faculté de médecine, 1869.

que l'on n'aura pas réussi à les empêcher de s'introduire dans un lieu et de l'infecter, ce sera encore contre eux qu'on dirigera les agents médicamenteux, car l'important sera de les détruire. Mais si, par contre, il est prouvé que la genèse se fait par organisation de la matière organique ou inorganique dans des milieux favorables, et qu'ils ne sont que des *effets*, alors le médecin devra changer son mode de défense. Il s'attachera à changer les milieux de production, à les rendre impropres à l'apparition du fléau, et, surtout, il se gardera de perdre un temps précieux à attaquer des germes illusoires et hypothétiques. Ce serait donner à l'ennemi le temps de s'établir dans la place, le seul moyen n'étant alors, qu'on me pardonne une expression triviale peut-être, mais vraie, le seul moyen n'étant, dis-je, que de lui couper les vivres. »

Les microbes sont-ils *causes* ou sont-ils *effets?* Pourquoi ne seraient-ils pas l'un et l'autre? pourquoi le *contagium vivum* (qu'il soit Schizomycète ou Schizophycète, ferment proprement dit ou ferment pathogène) ne serait-il pas d'abord *effet*, et *cause* par la suite? Les oviparistes répondent : parce qu'il faudrait admettre l'hétérogénie ! En telle occurrence, que disent les faits?

Un individu passe dans un marais; il est atteint de fièvre intermittente; deux, trois, dix individus sont frappés dans les mêmes conditions. On est en droit de conclure que ce marais est vicié et qu'il produit des émanations qui contiennent un principe délétère qui rend malades ceux qui s'y exposent. Le vent s'élève, souffle sur le marécage et traverse la vallée à une certaine hauteur; sur son passage, il sème la fièvre intermittente. De ce second fait, on peut conclure que le principe morbifique peut se transporter d'un lieu à un autre. Le marais a produit un *contagium* ou germe de maladie qui peut voyager dans l'atmosphère ou être transporté de toute autre manière, par les foins, etc., etc.

Un soldat dans un camp, sous l'influence d'une mauvaise hygiène, est pris de *typhus*. La maladie peut être limitée à lui, mais le plus souvent elle s'étend à un grand nombre de ses camarades : il y a *endémie*, ce qui peut s'expliquer par ce fait que tous les soldats étant soumis aux mêmes conditions hygiéniques ont été frappés comme le premier atteint, la chose se passe de même pour la fièvre jaune, etc. Toutefois, on constate, un beau jour, qu'un individu malade, transporté dans un pays où les mêmes conditions hygiéniques n'existent pas, contagionne la localité : il est impossible de n'en pas conclure qu'un élément nocif a été introduit par lui et s'est attaché sur des individus sains pour les rendre malades. Le *contagium* a été ense-

mencé par le premier infecté. On a vu de ces *contagium*, enfermés dans la cale d'un navire, attendre pour sortir et faire leurs ravages que le navire soit entré au port d'arrivée. Le miasme peut être mis en bouteille, s'il faut en croire Marchal de Calvi.

Le *contagium vivum* existe donc bien et peut être transporté d'un lieu à un autre et, s'attachant à un individu en santé, le rendre malade et parfois le tuer rapidement. Dans des conditions restreintes d'empoisonnements multiples, on dit qu'il y a *endémie;* le premier malade a fait *tache d'huile*, comme le phylloxéra. Mais il n'en est pas toujours ainsi. Au lieu d'un microbe s'installant discrètement dans un pays, on peut en voir d'innombrables quantités s'abattre en même temps au même lieu, apportés par les vents, comme le *contagium* de la fièvre intermittente, infecter des populations entières, mais avec cette différence que, tandis que le contage de la fièvre intermittente s'épuisait, ceux dont nous parlons, et qui seront, par exemple, ceux du choléra, se multiplient à chaque étape et reprenant des forces, vont s'appesantir plus loin, ne s'arrêtant que lorsque le terrain vient à être par trop impropre à leur nutrition. Alors les fléaux qu'on nomme des *épidémies* s'éteignent, et les contages s'amoindrissent, se font bénins et disparaissent, le microbe n'est plus.

Les contages sont vulgairement connus sous le nom de *miasmes* quand ils peuvent être propagés par contact médiat, et sous celui de *virus* quand ils réclament un contact immédiat, c'est-à-dire le contact d'individu à individu, de la personne malade à la personne saine. Cette division n'est pas suffisante pour comprendre tous les contages; on doit ajouter les *effluves* et les *venins;* encore avec cette classification, il ne nous sera pas possible d'établir des cadres bien limités; on passera, comme toujours (voir page 25), d'une classe à l'autre par nuances insensibles. Les effluves conduisent aux miasmes, ceux-ci aux virus, et les virus passent aux venins.

a. **Effluves ou miasmes maremmatiques : Cachexie paludéenne, malaria : Caractère des effluves, leur transmission** : A. Gautier.
b. **Miasmes. Observations de** Lemaire, Chalvet, Miquel.
c. **Virus. Lombrics, messagers des virus,** Pasteur. — **Passage des Virus aux venins.**
d. **Venins**.

On peut classer les maladies contagieuses de la manière suivante :

TABLEAU DES MALADIES QUE L'ON REGARDE COMME CAUSÉES PAR DES PROTORGANISÉS-PROTOPHYTES

Dans les maladies :		Les ferments :		
Parasitaires.........	Teigne, mentagre, pityriasis, etc.	Naissent au dehors de l'économie animale. Vivent en parasites *sur les téguments* et se propagent d'un individu malade à un individu sain.	Schizomycètes.	Ferments figurés.
Effluviques..........	Fièvres intermittentes, fièv. rémittentes, etc.	Naissent au dehors de l'économie animale, vivent *dans* les humeurs du corps, *ne se transmettent* généralement pas.	Schizophycètes.	Ferments figurés.
Effluvo-miasmatiques.	Fièvres pernicieuses des pays chauds, fièvre jaune, peste, choléra.	Diffèrent des précédents en ce qu'ils *se transmettent* par les milieux.	Schizophycètes.	Ferments figurés.
Miasmatiques........	Rougeole, scarlatine, variole, fièvre puerpérale, diphthérite, fièvre typhoïde, charbon, pustule maligne, cow-pox, horse-pox, etc., etc.	Naissent *pathologiquement de l'économie* animale, y vivent, s'y développent et se transmettent aux individus sains par les milieux.	Schizophycètes.	Ferments figurés.
Virulentes...	Vaccin, morve, farcin, syphilis, etc.	Diffèrent des précédents en ce qu'ils *ne se transmettent que par contact.*	Schizophycètes.	Ferments figurés.
Virulento-venimeuses..	Rage.	Naît *pathologiquement* de l'économie animale, y vit, s'y développe, ne se transmet que par contact immédiat, par déchirure de la muqueuse.	Pseudorganisés.	Ferments amorphes.
Venimeuses..........	Envenimations.	Naissent *physiologiquement* de l'économie animale et ne diffèrent que par là des précédents.	Pseudorganisés.	Ferments amorphes.

L'existence de différentes espèces de *contages* et leurs voyages semblent donc indiscutables; mais ils ne suffisent pas, toutefois, à prouver l'apparition de toute maladie. D'abord, peut-être, a-t-on attaché une trop grande importance à ces déplacements, à travers les espaces, de ces microbes léthifères. « Eh quoi ! ces infusoires, originaires des Indes (ceux du choléra), susceptibles de se reproduire et de vivre dans l'extrême Nord, voltigeant sur l'Océan contre le cours des vents alizés, franchiraient le Caucase et les Alpes; toujours invisibles, ils occuperaient, d'une manière merveilleuse, les voies de communication et resteraient pour étendre leurs ravages là où arri-

veraient des malades atteints de diarrhée cholérique; ils suivraient les voyageurs, le transport des prisonniers des contrées où règne le choléra, dans leurs étapes consécutives? Ce sont là des vues chimériques[1] ! »

Bien d'autres assertions de la *pathologie animée* sembleraient aussi chimériques que celle-ci, si l'on voulait les examiner à fond; mais il n'entre point dans notre rôle d'engager ce débat, d'autant plus inutile qu'il nous semble reposer sur la fausse idée qu'on se fait du *contagium,* par suite de l'exclusion systématique du contage pseudorganisé. On ne veut faire entrer en ligne que les ferments figurés, et ce sont les ferments non figurés qui doivent être pris pour point de départ.

Tout le monde accorde que ces ferments se forment naturellement dans l'économie, tout le monde reconnaît qu'ils peuvent, par contact, produire des maladies analogues à celles que produisent les ferments figurés; pourquoi les exclure? Ne sont-ils pas bien plutôt comme les contages initiaux, les plus simples, les plus rudimentaires, ceux, par conséquent, qui doivent nous donner la clef de la manière de faire de tous les autres? Cela ressort de l'étude du tableau que nous venons de donner. On y voit, en effet, la propriété de contagion augmenter à mesure que l'on s'élève des venins aux effluves. D'abord il faut le contact immédiat, puis les contages deviennent plus libres de leurs mouvements : les plus inférieurs s'éloignent peu du sol qui les a vus naître; les supérieurs s'ébattent à travers les airs et se transportent à de plus grandes distances.

Que manque-t-il aux premiers pour jouir des mêmes propriétés contagieuses que les derniers? Il ne manque que d'être des éléments figurés. Peut-être, trouvera-t-on un jour un venin à éléments figurés, qui deviendra transmissible par contact médiat; en tout cas, il est à peu près certain que les maladies réputées à éléments figurés ne le sont pas toujours. C'est ce qui expliquerait pourquoi elles ne sont pas nécessairement contagieuses. Il y a des circonstances où elles sont sporadiques; il n'y a pas d'éléments figurés livrés à l'atmosphère et charriés par elle vers des individus sains. Cela arrive, parfois, pour l'érysipèle, la rougeole, la scarlatine, etc.

Tout *contagium* commencerait donc par être amorphe, non contagieux, puis, suivant les cas, en raison, surtout, des conditions extérieures, il deviendrait figuré contagieux. Dans l'amorphe, lymphe ou blastème, se formeraient des microbes qui pourraient, devenant

1. Griesinger, *Traité des maladies infectieuses,* trad. Lemaître, pag. 420.

libres, transporter le *venin* du blastème *renforcé*, car l'organisation lui donne des facultés plus actives et, entre autres, celle de pouvoir se multiplier s'il trouve un terrain propice. Dans ce cas, il s'implante, il germe, il envahit le sol en déterminant de proche en proche l'irritation du blastème. C'est la période d'*incubation*. Si le sol ensuite ne lui fournit pas assez d'éléments de vie, il perd sa qualité d'élément figuré, ses propriétés actives, il s'*atténue*, repasse à l'état d'amorphe, s'épuise et disparaît.

Cfr. : **Expériences de GRAWITZ sur l'infection des spores de Champignons en culture pathologique.**

Sous sa forme perfectionnée, le microbe tient à son intérieur le virus amorphe et peut, en cet état, le garder indéfiniment, pour ainsi dire : le contage est comme enkysté, il ne périt que si les circonstances sont trop défavorables. On peut le transporter en bouteilles, ou bien il peut venir d'Amérique au Havre à fond de cale (voir page 382). Les vents, les eaux peuvent lui servir de véhicule; il peut avec les poussières s'attacher à tous les objets. Sous sa forme amorphe il naît de l'économie animale, par suite de l'action des éléments extérieurs sur les milieux. Il se forme de toutes pièces, ainsi que tout le monde le reconnaît; une fois né par hétérogénie, il s'organise si les conditions sont favorables, et on le trouve dans les humeurs et dans les tissus. Voilà comment s'explique la genèse spontanée des maladies, sans qu'il soit besoin d'invoquer les germes latents qui se réveilleraient de leur engourdissement à certains instants. M. Boëns s'exprime ainsi : « Certes tout procède d'un germe antérieur, s'il vous plaît de reconnaître que, rien ne se formant de rien et ayant toujours été de toute éternité, chaque être nouveau est un composé d'atomes qui existaient avant lui. Mais, si vous entendez par *germes préexistants* un individu microbe, un spermatozoïde, organisé de la même manière que le sujet qui en résulte, ayant même propriété et même substance, vous restreignez le domaine de la panspermie en lui enlevant toutes les productions d'objets ou d'êtres qui ne sont pas absolument semblables aux éléments dont ils sont issus, et vous méconnaissez la loi générale nécessaire de l'évolution, dont les phénomènes, infiniment variables dans le temps et l'espace sans fin, se déroulent sous nos yeux durant le cycle éphémère de notre existence, en vertu du principe éternel de l'*attraction moléculaire* [1]. »

1. Boëns, *La génération spontanée, la panspermie et l'évolution, à propos d'un cas de variole spontanée*, in *Journ. Micrographie*, V, pag. 383.

Les contages peuvent dans un même blastème prendre les formes diverses de granulations moléculaires, de microzymas, de *Micrococcus*, de *Bacterium*, de *Bacillus*, de *Leptothrix*, etc., etc. Ils affectent la disposition en zooglæa ou en chaînettes. Cela nous explique le peu de concordance que nous avons trouvé entre les auteurs qui traitent ce même sujet. On conçoit que devant cette diversité de forme on ait pu demander que le rôle physiologique seul décidât de la nature du ferment; en effet, c'est le blastème, l'amorphe emporté par le microbe qui décide de la nature de l'affection. Mais, du même coup, on s'explique comment il ne peut y avoir de *spécificité figurative*. C'est ce que M. Nægeli confirme dans ces termes :

« Je suppose, dit-il [1], que les Schizomycètes acquièrent des caractères d'adaptation plus ou moins prononcés, suivant que pendant un plus grand nombre de générations ils se nourrissent des mêmes aliments. Le même Schizomycète vivrait donc tantôt dans le lait en formant de l'acide lactique, tantôt sur la viande en produisant la putréfaction, tantôt dans le vin en lui faisant subir la transformation visqueuse, tantôt dans le corps humain en occasionnant telle ou telle maladie. »

De cette manière de comprendre la pathologie, il ressort que l'économie animale n'est plus simplement passive et qu'elle n'est pas fatalement soumise à tous les caprices des microbes; que, loin de là, c'est elle qui leur commande; elle les crée lorsque les circonstances extérieures l'impressionnent de certaines façons, et, dans d'autres cas, c'est en vain que les microbes l'assiègent. Il faut, pour qu'ils soient reçus et hébergés, qu'il y ait une *prédisposition ;* c'est-à-dire qu'il est nécessaire que le terrain soit préparé pour les recevoir. Les chimistes et certains médecins oublient trop ce facteur, qui dans le problème en discussion est le plus important. Ces considérations dominent l'hygiène et la thérapeutique.

RÉSUMÉ.

L'étude des ferments figurés nous a conduit à rechercher quel pouvait être le mode d'action de la matière contenue dans l'intérieur des cellules qui les constituent; c'est pour cela que nous avons abordé l'examen des ferments amorphes ou zymases.

1. Nægeli, in *Rev. intern. des Sc. biol.*, 1878, pag. 111.

Cet examen nous a conduit à deux conclusions principales : 1° Les zymases sont les causes efficientes des fermentations; 2° la membrane qui, dans les ferments figurés, les entoure et les isole leur donne le moyen de sortir du milieu qui les a formés pour aller, *par contagion*, opérer au loin des fermentations identiques ou analogues à celles qui les ont fournis; de plus, elle imprime à leurs actions un caractère d'activité et de régularité en rapport avec le degré de perfectionnement qu'elles représentent et qui se maintient tant que les conditions qu'ils rencontrent sont les mêmes que celles qui ont présidé à leur naissance. Si ces conditions cessent d'exister, les ferments figurés perdent l'organe de perfectionnement d'abord, retournent à l'amorphe et se résolvent, ensuite, en leurs éléments premiers.

Il est possible de suivre, pour ainsi dire pas à pas, tous les progrès de ce perfectionnement organique, et de comparer ses résultats physiologiques :

Que des éléments inorganiques, formant un sol fermentescible, rencontrent des conditions extérieures particulières, alors, par actions de contact, ils donnent des fermentations restreintes : le sol a été obligé de tout créer.

Que, dans les mêmes conditions, on ajoute une matière azotée artificielle, la fermentation se fait plus vite et marche mieux.

Qu'on remplace la matière azotée artificielle par une matière azotée venant vivre, les phénomènes deviennent plus actifs; et, si la matière azotée toujours amorphe est vivante, ils se montrent, tout de suite, bien plus réguliers et bien plus complets.

Qu'on remplace la matière amorphe par une cellule vivante et ne demandant qu'à continuer sa vie de spore, de Champignon, de fovilla, etc., la nouvelle complication née

de la présence de l'enveloppe, par suite des besoins d'échange que celle-ci exige pour vivre, amène dans le sol fermentescible une activité de dédoublement plus grande que toutes celles que nous avions encore.

Enfin, qu'on arrive à prendre une cellule, nous ne dirons pas spéciale, mais appropriée, un ferment, un *Saccharomyces* par exemple, qu'on le mette dans un sol approprié lui-même, et alors, au lieu d'actions indécises, dues à une vie de hasard, à des circonstances fortuites, on aura des actions nettes, régulières, complètes : les fermentations se feront dans toute leur plénitude et dans toute leur perfection. Non seulement la cellule travaillera pour ne pas mourir, mais dans son élément, dans son milieu, servie par des circonstances favorables, elle grandira, s'accroîtra, se multipliera. Elle fera non seulement de nouvelles quantités de matière amorphe, mais, en même temps, elle formera des enveloppes cellulosiques, et, chacun des descendants agissant de même à son tour, la multiplication ne s'arrêtera que lorsqu'il n'y aura plus d'aliments; tout le sol fermentescible étant aussi usé que possible : la fermentation sera complète.

Dans les fermentations, le ferment figuré est au ferment amorphe ce que, dans la construction de nos habitations, l'architecte est au manouvrier qui peut tout faire, il est vrai, mais qui ne fait rien de fini et de complet.

Cette comparaison nous fait comprendre comment la *théorie chimique* a raison quand elle ramène tout à des actions de contact, et comment la *théorie vitale* a raison en prétendant que le ferment figuré est surtout apte à produire telle ou telle fermentation, et que la fermentation est corrélative d'un acte vital.

Le ferment figuré s'épuise quand il ne trouve plus les conditions favorables à son développement, la cellule meurt

(voir page 331), les éléments retournent à l'amorphe; en cet état, il est encore ferment, mais un ferment *atténué*, déterminant des actions incomplètes. Cette considération nous a amené à regarder la création des vaccins nouveaux comme basée sur un retour des virus morbifiques figurés à l'état de virus amorphes par des cultures débilitantes, hypothèse qui se trouve en partie justifiée par le retour de ces vaccins à l'état de virus *renforcés* quand ces amorphes ont rencontré des sols propres à leur *revivification* ou *réfiguration*. Les ferments figurés peuvent, dans les épidémies à formes légères, servir de vaccins, parce qu'ils sont dans ces cas des virus atténués. Le virus de la rage, quoique ferment amorphe, peut être atténué par certains procédés et devenir vaccin; il est à espérer qu'il ne donnera jamais, par contre, naissance à des Bactéries, ce qui amènerait des épidémies de rage qui seraient terribles.

Ce que nous venons de dire, sans infirmer la théorie qui sépare les ferments qui s'épuisent de ceux qui se multiplient, rend tout à fait impossible une classification basée sur ce caractère : suivant les conditions dans lesquelles on les met, les figurés se font amorphes et s'épuisent, et les amorphes, comme nous l'a montré M. Béchamp, s'organisent et peuvent se multiplier. Les *Microzymas* peuvent évoluer en *Bacterium*, *Spirillum*, etc., etc., et les *Bacterium*, *Spirillum*, etc., rétrograder à l'état de *Microzymas*. Ces disparitions et ces résurrections successives, constatées dans les fièvres récurrentes et intermittentes, permettent d'expliquer, par extension, comment le sang et les autres humeurs peuvent, suivant les conditions de milieux qu'ils rencontrent, présenter des microbes ou n'en pas contenir, de sorte que les microbes seraient, souvent, plutôt des effets que des causes de maladies.

Les microbes des fermentations chimiques, physiologiques et pathologiques étant des effets, les interprétations des panspermistes se trouvent être, par là, infirmées : ce qui a une très grande importance en pathologie car : 1° s'il est admis que les milieux du corps humain peuvent créer, sous l'action des agents extérieurs, des maladies, alors le rôle du médecin reparaît dans toute son intégrité : hygiéniste, il doit veiller à ce que les conditions soient telles que les maladies ne se montrent pas ; thérapeutiste, il doit agir de façon à annihiler leur action ; 2° s'il est prouvé que sous certaines influences les amorphes évoluent en ferments figurés, ce qui leur donne la faculté d'emporter au loin, sous leurs enveloppes, les germes de certaines maladies, l'hygiéniste doit établir des cordons sanitaires pour empêcher l'invisible ennemi d'entrer dans la place et, en même temps, lui rendre le terrain fermentescible aussi défavorable que possible, pendant que le thérapeutiste cherchera dans ses arsenaux tous les moyens propres à le déloger ou à le détruire s'il parvenait à entrer dans la place.

Il semble donc juste que la médecine parasitaire ou microbiotique reste ce qu'elle a toujours été, un simple département de la pathologie générale. Il faut se garder d'exagérations dangereuses. Qu'on trouve des microbes dans les maladies, rien de mieux ; mais que ces microbes soient fatalement la cause efficiente de la maladie, non pas : pas plus qu'il faut voir, toujours et quand même, dans un microbe figuré la cause efficiente de *toutes* les fermentations chimiques. *Le microbe peut accidentellement être cause ; plus souvent, il est effet.* La médecine est obligée, pour progresser, d'entr'ouvrir ses portes à beaucoup de profanes qui l'aident de leurs connaissances dans les matières diverses qui sont les fondements sur lesquels elle s'appuie.

Quelques-uns, heureux d'apporter leurs travaux, laissent à ceux qui sont compétents le soin d'en tirer parti; cela est bien, mais, malheureusement, il n'en est pas ainsi de tous : certains, par exemple, parce qu'ils ont fait bouillir de l'urine dans des ballons ou bien parce qu'ils ont empoisonné quelques lapins, s'arrogent le droit de discuter pathologie. Cela est fâcheux car, si la science chimique leur doit des découvertes, la science médicale doit leur imputer bien des erreurs. Tout compte fait, l'intrusion des incompétents amène plus de dommages que d'avantages, comme le dit M. Jousset de Bellesme.

De ce qui précède, il résulte donc encore que la *théorie chimique* et la *théorie vitale*, loin de s'éliminer et de s'exclure, se complètent. Il n'y a plus, en effet, à mettre en avant la distinction d'organisés et d'inorganisés, puisque les vitalistes admettent la vie dans les amorphes, soit qu'ils y voient des granulations moléculaires, microbes-ferments, soit qu'ils les nomment microzymas. La « force vitale » ne peut donc plus être invoquée, l'amorphe vit, organise des granules plasmiques qui peuvent donner des Bactéries, des *Saccharomyces*. Or l'amorphe, qui fait fermenter les sols fermentescibles sous l'influence des agents extérieurs, tout comme le figuré, quoique d'une façon incomplète, lui est inférieur en organisation : d'où nous concluons que les manifestations vitales se produisent en raison directe du perfectionnement organique. D'autre part, les amorphes, dans leurs actes, se conduisent comme des substances minérales; celles-ci produisant leurs phénomènes par catalyse, il y a lieu de croire que c'est par catalyse que ces mêmes phénomènes se passent dans les amorphes d'abord, dans les figurés ensuite. La vie serait donc le produit de phénomènes de contacts des éléments minéraux des corps. La complication des organisa-

tions déterminant, engendrant des phénomènes plus complexes, amènerait des distinctions entre les êtres et ferait croire à des limites qui n'existent pas entre eux.

Nous admettons, par conséquent, une liaison entre les fermentations obtenues avec des éléments minéraux et des principes purement artificiels, et pour nous la vie ou fermentation qui s'y développerait serait les linéaments de celle qui se montre chez les organisés. Mais peut-on passer ainsi de la zymase à la matière minérale? La matière amorphe, vivante et organisée pour les uns, non vivante et inorganisée pour les autres, est une matière organique pour tous, et la question qui se pose est celle-ci : Les minéraux peuvent-ils engendrer les zymases?

C'est ce que nous allons rechercher maintenant, en étudiant les Blastèmes, dont les Zymases ne sont que des variétés.

CHAPITRE II

BLASTÈMES

CARACTÈRES GÉNÉRAUX.

Les Zymases, dont nous venons de retracer l'histoire, doivent paraître de singulières substances; nous leur avons reconnu, en effet, de bien étranges propriétés. Créées de toutes pièces, le plus souvent au milieu des tissus végétaux ou animaux, amorphes par nature, elles possèdent l'importante fonction d'engendrer des êtres aux formes les plus variées, qui, après quelque temps, peuvent se fondre de nouveau, reprendre leur premier état et disparaître sans laisser de traces sensibles. De plus, phénomène aussi curieux, les êtres ainsi créés se présentent avec des formes identiques, quelle que soit leur origine. Existe-t-il donc des *Spirochæte*, des *Spirillum*, des *Bacillus*, des *Bacterium*, qui soient tantôt des microphytes, tantôt des microzoaires? Cette hypothèse est contredite par la liaison qui se trouve établie entre ces microbes et les Algues inférieures (voir page 239). Il ne reste donc qu'à reconnaître que le plasma, qu'il soit de nature animale ou qu'il soit de nature végétale, engendre des Microphytes qui tous rentrent dans le groupe des Cryptogames.

Cette conclusion peut soulever des récriminations de la part de ceux qui veulent que tous les êtres proviennent de

parents semblables à eux (comme forme); aussi, repoussant cette hypothèse, qui n'est autre chose que l'exagération de la théorie de la mutabilité des germes (voir pages 229, 308), se rejettent-ils sur celle du panspermisme et de l'ensemencement; mais la difficulté de l'interprétation ne s'en trouve que reculée. Car lorsqu'on aura admis qu'un microphyte : *Spirillum* ou *Vibrio*, par exemple, s'est introduit de l'extérieur dans les plasmas d'un animal, il faudra toujours expliquer comment ces milieux *hétérogènes* peuvent, non seulement nourrir des plantes, mais les faire prospérer, leur permettre de s'accroître et de se multiplier à l'infini. C'est là de l'hétérogénie et, il nous semble que ceux qui l'adoptent devraient, tout aussi facilement, admettre la formation première par des granulations moléculaires ou des microzymas, car ce n'est qu'une forme du même phénomène : dans les deux cas, on est obligé de reconnaître l'identité de composition chimique du plasma formateur, quelle que soit son origine. La glaire, la lymphe, le plasma, ne sont ni d'essence animale, ni d'essence végétale; ce sont des matières de vie, et les noms de sarcodes, de protoplasmes qu'on leur donne dans les deux Règnes ne sont que des dénominations qui n'ont de valeur que lorsque, par suite de perfectionnements, ils sont venus à acquérir des propriétés de sélection spéciale : ceux-ci fabriquant plus particulièrement des hydrates de carbone, ceux-là les consommant. Jusque-là, on les peut désigner sous le nom plus général de *blastèmes*.

« Les blastèmes se présentent sous le microscope à l'état de substance amorphe, liquide ou demi-liquide, granuleuse, interposée entre les fibres ou les cellules, ou mélangée à ceux de ces éléments qui naissent presque au fur et à mesure de son exsudation ou sécrétion. Il y a autant d'es-

pèces diverses de blastèmes (c'est-à-dire différents par leur composition immédiate) que de conditions dans lesquelles ils sont versés..... Dans les blastèmes peuvent prendre naissance des éléments anatomiques, normaux ou morbides (granulations moléculaires, fibres, tubes, cellules, noyaux, etc.). Ce qu'on nomme lymphe plastique est le type des blastèmes accidentels ou pathologiques. »

Les blastèmes sont donc sinon identiques, au moins analogues dans les Règnes; faire l'histoire du sarcode, c'est, sauf quelques différences de détail, faire celle du protoplasme, et inversement. Puisque nous faisons de la Botanique, nous prendrons surtout pour objectif le protoplasma ou sarcode végétal.

Art. 1er — Description du protoplasma.

Soupçonné par Lamarck, qui, dans sa *Philosophie zoologique*, parle d'une « masse gélatineuse » formant à elle seule le corps des infusoires, il a été décrit, en 1841, par Dujardin sous le nom de *sarcode* dans les infusoires, pendant qu'Hugo v. Moll trouvait dans les cellules des plantes une substance analogue d'aspect et de fonctions, à laquelle il donnait le nom de protoplasma. Depuis ce moment, toutes les recherches ont abouti à faire regarder ces deux substances sinon comme identiques, puisque deux protoplasmas même appartenant à deux espèces différentes ne peuvent l'être, du moins comme tout à fait analogues. Si bien qu'aujourd'hui protoplasme et sarcode ne font qu'un.

§ 1. — Propriétés physiques.

Le sarcode, protoplasma, ou « base physique de la vie », tel qu'on le comprend généralement, n'est pas une matière simple, net-

tement déterminée, mais au contraire une substance complexe. Le *substratum*, qui est réellement la partie vivante, emporte avec lui une quantité considérable de matériaux, éléments d'assimilation et produits de désassimilation, qui en voilent la nature et font varier à l'infini ses propriétés physiques et chimiques. Si à cela l'on ajoute que, par suite de l'accomplissement de ses phénomènes vitaux, il varie de forme avec l'âge, on comprendra comment les auteurs les plus autorisés ont pu en donner des définitions qui sont loin de se ressembler et qui, même parfois, peuvent paraître contradictoires.

Cfr. Hugo v. Mohl, Harting, Nægeli, Brücke, de Bary, Kühne, Hofmeister, Van-Tieghem, Schultze, Ch. Robin, Duchartre, Huxley, Cauvet, Roze, Sachs, de Lanessan, Reinke et Rodeval.

Le *substratum*, matière fondamentale, le blastème en un mot, pour ainsi dire impossible à obtenir à l'état complet d'isolement, est, lorsqu'il est imprégné d'eau, hyalin, muqueux, glaireux et, le plus souvent, rempli de granulations ou corpuscules moléculaires auxquelles on a donné le nom de *microsomates* ou *microsomes*, dans lesquelles il n'est pas difficile de reconnaître les *microzymas* dont nous parlions plus haut.

Composition chimique. — Variable à l'infini suivant les espèces, l'âge, la saison, l'heure de la journée. Protoplasma et métaplasmas. — Pigments.

Forme. — Plastides et Cytodes : gymnocytode et leptocytode. — Phytoblastes libres et phytoblastes encellulés.

1° Phytoblastes libres : Diatomées, anthérozoïdes, zoospores, spores.

2° Phytoblastes agrégés : cœnobies, zooglæa, essaims, plasmodies.

3° Phytoblastes encellulés :

a. **Membrane cellulosique, phytocyste ou cellule.**

Cfr. Hugo v. Mohl, Itzigsohn (H.), Ville (G.), Weiss, Hofmeister, Debat, Wretzchko (M.), Archangeli, Hugo de Vries, Ardissone, Tchistiakoff, Cornu (M.).

Diverses formes des cellules. — Epaisseur des parois et ornementations variées. — Striation : Dutailly. **Développement :** Mangin.

Structure moléculaire de la cellule. Cfr. SCHLEIDEN, HUGO V. MOHL, HARTIG, SCHIMPER (CH.) SCHACHT, TRÉCUL, NÆGELI, CATONI, LEITGEB, HANSTEIN, MILLARDET, TRAUBE, REINKE, DE SEYNES, GOLDSMITH, KRAUSS, SACHS; CHALON (J.).

b. **Plastide. — Propriétés endosmotiques. — Structure moléculaire : microsomes ou microsomates, ou microzymas, ou granulations moléculaires, ou granulations protoplasmatiques; leucites. — Utricule azotée, filaments protoplasmiques, plèvres et vacuoles. Hyaloplasma et enchylema.**

c. **Nucléus ou noyau — Ses caractères chimiques : sa structure anatomique et sa structure moléculaire. — Nucléoles. — Rôle du nucléus** : Cfr. BROWN (R.), TRÉCUL, WEISS, VOGL (A.), HANSTEIN, GRIS (A.), GUILLARD (A.), GUIGNARD (L.).

d. **Suc cellulaire. — Sa composition variable suivant les saisons, l'âge, etc. Corps qu'il peut renfermer.** .

§ 2. Propriétés organiques.

1° CONTRACTILITÉ.

Nous avons à voir successivement : 1° la contractilité, 2° la sensibilité.

Le protoplasma, « matière de vie », est vivant lui-même, quoique simple blastème, quoique simple matière organique dépourvue d'organisation. Il est vivant, et il manifeste sa vie par sa motilité. Il se meut même dans l'huile. Ces mouvements échappent facilement à l'observation quand il est emprisonné dans sa cellule; mais ils n'en existent pas moins et se manifestent dès qu'il s'en échappe naturellement, comme nous le dirons bientôt, ou occasionnellement, comme dans le cas cité, en 1847, par Laurent, cas dans lequel cet observateur, ayant écrasé de jeunes bourgeons, constata des mouvements dans la matière glaireuse qui les formait.

Si le protoplasma est mobile, il jouit de deux propriétés qui sont complémentaires l'une de l'autre : la contractilité et l'élasticité. La contractilité n'a pas besoin d'être démontrée lorsqu'on a vu le mouvement se produire; l'élasticité en est le corollaire. « Après s'être raccourcie en vertu de sa contractilité, si la substance contractile ne jouissait pas d'une très grande élasticité, elle conserverait indéfiniment la position acquise; grâce, au contraire, à son

élasticité, elle reprend après la contraction les dimensions qu'elle possédait auparavant [1]. » M. Nægeli a, du reste, expérimentalement prouvé cette contractilité. Lorsque les phytoblastes sont nus et libres, comme dans les anthérozoïdes, les zoospores, les plasmodiums, la plupart de nos Schizophycètes et un grand nombre d'Algues inférieures, les mouvements des protoplasmes sont très apparents; toutefois, avec de l'attention on les retrouve chez les phytoblastes encellulés : alors se produit le phénomène auquel on a donné le nom de *cyclose*.

C'est en 1772 que Bonaventura Corti constata le premier ce mouvement dans les cellules des Characées. On donna à ce mouvement



Fig. 99. — Protoplasme dans une cellule de *Tradescantia*, d'après M. de Lanessan.

de circulation des liquides, le nom de cyclose ou de gyration. Il fut souvent étudié et interprété de manières différentes. On le retrouva dans le *Zannichellia*, dans la *Vallisneria*, l'*Elodea*, l'*Hydrocharis*, les poils de *Tradescantia* (fig. 99), etc., etc. On peut le regarder comme général dans toutes les cellules.

Cfr. Treviranus, Pouchet, Donné, Schultz, Becquerel et Dutrochet, Steinheil, Morren, Meyen, Hugo v. Mohl, Reinsch, Hofmeister (W.), Dippel, Jessen, Velten, Frommann (H.).

Certains savants croient que les granules circulent dans le suc ou sève cellulaire et que les microsomes suivent, en glissant, les bandes collées le long des parois ou tendues à travers la cavité. D'autres pensent, au contraire, que les voyages s'opèrent dans l'intérieur des filaments et dans la couche moyenne de l'utricule, c'est-à-dire dans la sève protoplasmique. Les deux opinions peuvent se défendre, et toutes les deux s'expliquent parfaitement.

Tant que la matière sarcodique est homogène, tant que surtout il

1. Lanessan (de), *Man. d'hist. nat. médicale*, I, page 7.

n'y a pas eu de différenciation assez grande, on a de la peine à constater la mobilité du protoplasma; il faut qu'il y ait, dans les brides et dans les membranes, des corps qui par leur opacité tranchent sur la transparence ordinaire de la matière protoplasmique. Quand ces conditions sont remplies, on juge de l'activité extraordinaire du phytoblaste. Rien n'est au repos dans la cellule : tout s'agite, trépigne et court avec une vitesse vertigineuse. A voir les travailleurs accomplissant leur tâche avec autant d'entrain, on croirait voir une ruche. Chacun se hâte : si l'on en suit un, on le voit souvent s'élancer en avant, puis s'arrêter, se retourner, prendre une autre direction et, parfois, encore, revenir sur sa voie première ; les microsomes heurtent les grains de fécule; des cristaux s'arrêtent, s'entassent, repartent, se croisent avec d'autres, puis disparaissent. On dirait que le travail presse et que la tâche est imposée.

Le protoplasma, en outre, se déplace en entier. Les bandes, l'utricule, le noyau se contractent, rampent et glissent lentement dans la cellule. Ces phénomènes sont surtout visibles sur les bandes qui sont tendues à travers les cellules. On les voit s'allonger, se rétracter, tirant à elles en sens divers le noyau auquel elles sont attachées, le rapprochant tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, de telle sorte qu'on le voit se déplacer, quitter le centre, quand il y est, pour se porter sur la paroi et quelquefois y rester accolé. Ces bandes grossissent ou bien s'amincissent et finissent par se rompre. Alors, deux portions protoplasmatiques se raccourcissent, l'une du côté du noyau, l'autre du côté de l'utricule, et finissent par y rentrer et s'y fondre; pendant ce temps, des saillies se dessinent et des filaments nouveaux se forment, s'allongent, flottent dans le liquide cellulaire, vont à la rencontre d'autres cordons, s'y accolent, s'y soudent par anastomose. L'utricule elle-même participe à ce déplacement, comme cela peut se voir lorsqu'elle est représentée par des bandes, qui, ainsi que cela arrive dans les *Chara* et les *Nitella*, s'appliquent sur la cloison en formant un cercle oblique, lequel, vu par transparence, donne l'apparence d'un 8 de chiffre.

Cfr. Brücke, Hofmeister (W.), Franck (B.), Hanstein, Richet (Ch.).

2° Sensibilité.

Le protoplasma est-il sensible, c'est-à-dire jouit-il de la propriété de sentir les agents extérieurs et de se laisser impressionner par eux ? Dans le sens strict de la définition, la réponse ne peut être

douteuse ; il n'est aucun corps, même inorganisé, qui ne sente les agents physico-chimiques et ne se laisse impressionner par eux. L'on a regardé cette sensibilité comme l'apanage exclusif des êtres vivants. « Mais, pour être logique, ne doit-on pas l'attribuer aux spores en carbonate de chaux de M. Cohn? ne doit-on pas l'accorder aux parcelles de fer qui suivent l'aimant dans toutes ses directions, au canard artificiel de J.-J. Rousseau, à l'aiguille aimantée qui obéit au magnétisme terrestre ? ne doit-on pas l'accorder même au bâton de soufre qui se dilate sous l'action de la chaleur et se contracte sous l'action du froid ? Les mouvements accomplis par ces corps inorganiques ne nous indiquent-ils pas que ces corps sont sensibles aux agents dont l'action s'exerce sur eux, c'est-à-dire subissent fatalement l'action de ces agents? Et si, comme nous l'avons montré, les mouvements dits spontanés de la matière vivante ne sont, comme ceux de la matière non vivante, que des mouvements provoqués, ne doit-on pas donner un même nom à la propriété qu'ont également, quoiqu'à degrés inégaux, ces deux formes de la matière d'entrer en mouvement sous l'influence des mêmes agents?.... Cette propriété, en apparence si mystérieuse, n'est d'ailleurs pas autre chose que celle dont jouissent essentiellement tous les atomes matériels d'obéir aux impressions qu'ils exercent les uns sur les autres [1]. »

Le protoplasma est donc sensible comme tous les corps ; mais il manifeste son impressionnabilité par des mouvements qui démontrent clairement qu'il distingue les *irritations* qui lui viennent du dehors. Dans les mêmes conditions, il se conduit toujours de même ; mais il varie ses phénomènes suivant les influx qu'il subit. Non seulement le protoplasma, par lui-même, est sensible et peut le démontrer par les mouvements qu'il accomplit lorsqu'il est en liberté, mais encore, dans certains cas, moins rares qu'on ne le suppose, son mouvement est assez marqué pour qu'il le communique aux cellules qu'il habite et détermine dans certains organes des plantes des changements de position qui ont lieu d'étonner. C'est ainsi que le moindre attouchement, le moindre choc fait fermer les feuilles de la sensitive, et que la sensation peut se transmettre à toute la plante si le choc a été plus fort. C'est encore à la sensibilité du protoplasma qu'on doit de voir certains végétaux s'endormir le soir et s'éveiller le matin ; c'est par la même cause que s'explique l'éjaculation de latex dans la *Lactuca virosa* sous la

1. Lanessan (de), *Man. d'hist. nat. médicale*, Introd., page XXXVII.

simple impression produite par le passage d'un cheveu sur l'épiderme de la tige, etc., etc. Une preuve que les protoplasmes sont sensibles, c'est qu'on peut arrêter leurs mouvements en leur faisant respirer de l'éther ou du chloroforme.

Cfr. LECLERC (**de Tours**), PAUL BERT, CLAUDE BERNARD.

Pour bien comprendre la sensibilité du protoplasma aux influx extérieurs, il faut les avoir passés en revue.

Art. 2. — Etude des milieux.

Les plantes sont attachées au sol, et par conséquent il ne faut pas aller chercher bien loin d'elles les conditions de leur végétation. Quand on suppute la quantité de matériaux qui ont été employés pour la construction d'un Chêne, on ne peut songer à les faire sortir tous du gland qui a été semé. La matière organique qui lui a été fournie par la graine est insignifiante comparée à celle qui a été produite ; on en est donc réduit à reconnaître que la matière organique a été fabriquée à l'aide des éléments que la plante a trouvés à sa portée, soit dans le sol qu'elle a fouillé par ses racines et ses radicelles, soit dans l'air où elle a étendu ses branches couvertes de feuilles. Ces éléments sont tous de nature minérale, et l'on conçoit que les transformations chimiques qui ont été nécessitées pour amener l'union des atomes épars en matières organisées ont dû être nombreuses et variées. Nous essayerons plus loin non de les décrire, car beaucoup sont encore inconnues dans leur essence, mais de les indiquer; pour l'instant, nous allons chercher, d'une part, quels sont les éléments primitifs qui sont nécessaires et sous quelle forme ces éléments sont présentés au protoplasme à titre d'*aliments*, et, d'autre part, comment les impondérables agissent pour déterminer, dans ce protoplasme, les mouve-

ments physico-chimiques qui sont indispensables à l'accomplissement de ses fonctions.

Le rôle des milieux est donc capital, puisque, non seulement, eux seuls fournissent la matière, mais aussi, puisqu'eux seuls l'animent par l'influx qu'ils apportent pour mettre les atomes en mouvement. Ils sont donc créateurs de la matière de vie.

§ I. — Aliments.

Nous avons dit quelle était la complexité de la composition chimique du protoplasma; on pourrait donc presque dire que tous les corps simples pourraient à la rigueur être trouvés en lui ou dans les produits de sa fabrication. On rencontre toujours ou à peu près : carbone, hydrogène, oxygène, azote, soufre, phosphore, potassium. calcium, magnésium, sodium, et par exception l'iode, le chlore, le brome, le silicium, le bore, l'aluminium, le cuivre, le zinc, le cobalt. On a vu du rubidium dans les Conferves, du lithium dans la Vigne et le Tabac, de l'argent dans les *Fucus*, etc., etc. Tous ces éléments primaires n'ont pas la même valeur pour le protoplasme : les uns sont essentiels, les autres sont accessoires ou accidentels. Les aliments indispensables sont : 1° le carbone, l'hydrogène, l'azote, le soufre et le phosphore, *parce que sans eux le protoplasme ne peut exister;* 2° la potasse, la chaux, la magnésie, le fer, la silice (?), *parce que sans eux le protoplasme ne pourrait accomplir le cycle entier de ses fonctions.*

C'est par la chimie qu'on a pu savoir quels étaient ces éléments. Etant donné un phytoblaste et sachant, comme il vient d'être dit, qu'étant attaché à un point fixe, il n'avait pu aller emprunter au loin quoi que ce soit, il suffisait d'en faire l'analyse pour savoir ce qu'il avait pris sur place. Tous les phytoblastes ne donnent pas à l'analyse les mêmes quantités et qualités d'éléments ; à ce point de vue, ils diffèrent non seulement d'un genre à l'autre, mais encore d'une espèce à l'espèce voisine; il ne se fait d'accouplement, c'est-à-dire de mélange de protoplasmes, que dans des conditions de composition déterminées : les phytoblastes ne se conjugent que lorsque leur composition chimique est la même ou à peu près. Encore ne faut-il pas croire que dans une même plante le protoplasme soit le même

en tous les points; la combinaison change suivant les organes et même suivant l'âge de ces organes; tels éléments se rencontrent dans les phytoblastes naissants, d'autres dans les phytoblastes qui vont mourir. Toutefois, il est utile de connaître ces éléments de nutrition, car cette connaissance est la base de la science de l'agriculture, puisqu'elle a pour but de rendre plus facile et, par là, plus fructueuse l'exploitation du protoplasme végétal. Mais sous quelle forme ces principes doivent-ils lui être apportés ?

Cfr. Hales, Ingenhouz, Senebier, de Saussure, Schultze, Chatin (Ad.), Sachs, Karmrodt, Dehérain.

En résumé, le phytoblaste non seulement vivra, mais devra accomplir toutes ses fonctions d'une façon normale, si on lui donne : 1° de l'acide carbonique en nature, mitigé par l'azote, si le protoplasme doit agir dans l'air et dissous dans l'eau, s'il vit dans ce liquide; 2° un sel d'oxyde d'ammonium qui représente l'ammoniaque ; 3° un nitrate, un sulfate, un phosphate de potasse; 4° un nitrate, un sulfate, un phosphate de chaux ; 5° un sulfate de magnésie ; 6° un sel de fer; 7° enfin, de l'eau qui, par elle-même, est un aliment, et qui, ensuite, est tout à fait indispensable comme véhicule de tous les autres matériaux.

C'est en s'appuyant sur ces considérations qu'on est arrivé à composer des sols artificiels complètement minéraux où les protoplasmes ont pu se développer complètement et avec une grande vigueur.

Le protoplasma exigeait impérieusement pour vivre $C^nH^mO^xAz^y +$ Ph ou S. Voici comment il les trouve :

1° **Carbone.** — Le carbone est pris à l'acide carbonique directement absorbé par les corps chlorophylliens dans l'atmosphère lorsque les végétaux sont aériens, dans l'eau s'ils sont aquatiques. Si le protoplasme ne possède pas de corps chlorophylliens, il l'emprunte à des composés organiques déjà formés. Dans ce cas, il agit comme un protoplasma animal : il vit en parasite.

2° **Hydrogène.** — Il est fourni par l'eau d'imbibition, par la décomposition des matières azotées, particulièrement par celle de l'ammoniaque des sels ammoniacaux.

3° **Oxygène.** — L'oxygène de l'air n'est pas, comme on l'a cru longtemps, un aliment pour le phytoblaste ; bien au contraire, il

joue le rôle de destructeur ; c'est, ainsi que nous le verrons, un comburant ; au lieu de concourir à l'assimilation, il détermine la désassimilation. L'oxygène qui entre dans la composition des organes végétaux provient des dédoublements des combinaisons oxygénées qui entrent dans le végétal comme aliments : acide carbonique, eau, nitrates, phosphates, etc.

4° **Azote.** — L'azote de l'air pénètre dans les végétaux, mélangé qu'il est avec l'acide carbonique et l'oxygène ; mais, tandis que ces deux derniers corps peuvent être retenus, le premier par le protoplasma chlorophyllien pour faire des hydrates, le second par le protoplasma incolore pour les brûler, l'azote est rejeté dans l'atmosphère, ou du moins, pour ne pas être trop absolu dans une question contradictoirement débattue, gardé en quantité si petite qu'elle est insignifiante et ne peut servir à entretenir la vie. L'azote provient des nitrates et des sels ammoniacaux introduits dans la plante par le courant circulatoire. Les phytoblastes sevrés de nitrate de potasse et d'ammoniaque ne font pas de matières albuminoïdes ; aussi, dans ce cas, les plantes n'augmentent-elles jamais la quantité de leurs matières azotées, malgré qu'on laisse libre l'accès de l'air.

5° **Soufre.** — Le soufre provient des sulfates solubles et surtout du sulfate de chaux. Nous avons vu, page 256, qu'il se produisait par décomposition de ces sulfates, quelquefois en quantité assez considérable pour cristalliser à l'intérieur du protoplasma. Lorsque ces phénomènes se passent en grand dans des eaux thermales ou même froides, la décomposition en soufre, eau et hydrogène sulfuré peut être très forte et produire de l'hydrogène sulfuré en assez grande abondance pour rendre ces eaux efficaces contre certaines maladies : ainsi se forment les eaux minérales dites sulfureuses. L'hydrogène sulfuré se produit dans toutes les matières animales et végétales où, par décomposition, il peut y avoir, en présence, de l'hydrogène et du soufre à l'état naissant.

6° **Phosphore.** — Le phosphore est fourni au protoplasma par des phosphates de chaux, de magnésie, de soude. Parfois aussi, et lorsque le protoplasma agit dans des plantes submergées ou dans des corps dont la décomposition peut donner de l'hydrogène à l'état naissant, il se fait de l'hydrogène phosphoré par un procédé analogue à celui qui donnait l'hydrogène sulfuré.

7° **Fer.** — Le fer provient, très probablement, le plus souvent de la décomposition des sulfates et des chlorures. Il est important, puisqu'il fait pour ainsi dire le pigment chlorophyllien.

§ II. — Impondérables.

S'il est indiscutable que les aliments soient d'une rigoureuse nécessité pour la vie du protoplasme, il est aussi peu contestable qu'il faut l'intervention des agents extérieurs pour décider l'utilisation de ces matériaux. La chaleur, la lumière, l'électricité, la pesanteur, déterminent les mouvements physico-chimiques d'où résultent les échanges d'éléments nutritifs dont l'ensemble constitue ce qu'on appelle la vie. Toujours très faciles à deviner, même sur les groupes très complexes de phytoblastes qui représentent les végétaux pluri-cellulaires, depuis le microscopique *Callithamnion Rothii* jusqu'au *Wellingtonia*, géant des forêts, ou au *Macrocystis*, géant des océans, ces influences des impondérables sont appréciables, surtout dans les cas où les phytoblastes sont libres et nus, car alors elles ne sont gênées en rien dans leurs manifestations.

A. — Action de la pression atmosphérique.

Lorsque l'*affinité* chimique a décidé certains atomes ou certaines molécules à se rapprocher, pour entrer en combinaison, une autre force physique, celle-ci universelle, la *cohésion*, survient pour retenir et maintenir en contact les principes élémentaires ainsi rapprochés. La cohésion et l'affinité donneraient des corps qui resteraient toujours les mêmes, si des forces nouvelles ne venaient solliciter les atomes et les molécules et ne parvenaient à les disjoindre et à les entraîner, alors, dans d'autres combinaisons. Les corps les plus solides sont ceux qui opposent le plus de résistance ; mais, pourvu qu'ils soient solubles, l'eau les atteint en écartant leurs molécules ; s'ils résistent à l'eau, la chaleur, la lumière, l'électricité finissent par en avoir raison dans un temps plus ou moins long. La cohésion n'est qu'une forme de la gravitation ou de la pesanteur; on comprend qu'elle puisse être influencée par la pression atmosphérique, et l'on s'explique les résultats obtenus par M. Bert dans ses expériences avec l'oxygène ou l'acide carbonique comprimés. Les protoplasmes exigent pour vivre une certaine pression, mais ils meurent si elle est trop faible et sont tués par une trop forte.

B. — Action de la température.

La chaleur est une condition sans laquelle le protoplasma ne peut accomplir ses fonctions; mais, s'il lui faut de la chaleur, il ne lui en faut qu'en certaines limites; trop de chaleur comme trop de froid le tue.

La chaleur a pour effet d'exciter les phytoblastes et de les disposer à se multiplier et à se reproduire en favorisant les actions de combinaison des éléments formateurs. Tous ne sont pas également sensibles à cette action. Ici, comme toujours, chaque protoplasma semble avoir sa susceptibilité particulière. Cette susceptibilité, qui reste la même pour tous les individus de la même espèce, varie pour chaque espèce : ce qui fait dire que chez les plantes il y a des dispositions particulières, des *idiosyncrasies* variant avec les espèces et analogues à celles qu'on remarque chez les animaux. C'est ce qui explique comment les flores des pays peuvent varier non seulement d'après le chiffre de chaleur moyenne d'une année, mais encore d'après la température *maxima* et *minima*. De telle sorte que, s'il est impossible d'acclimater les plantes de montagnes dans la plaine et inversement, il est tout aussi difficile de décider une plante des pays tropicaux à venir vivre dans les climats froids : c'est ainsi que chez nous, par exemple, les oliviers ne remontent pas jusqu'à Grenoble, et que la vraie Oronge, si commune dans le Centre et dans le Midi, ne se montre qu'accidentellement dans les environs de Paris.

Une température trop basse ralentit les mouvements du protoplasma incolore; si le froid se prononce, le mouvement s'arrête; s'il est excessif, la vie est à tout jamais détruite, les phénomènes de flétrissure et de déchirure des tissus ne sont que concomitants. Aussi les organes chargés d'eau, ceux dans lesquels les vacuoles sont remplies de liquide, gèlent-ils plus vite que ceux qui sont secs. C'est pour cela que le protoplasma qui se trouve à la base des bourgeons ou dans les graines n'est pas atteint par les froids les plus rigoureux de l'hiver, parce qu'il est sec et que le bois qui l'entoure est mauvais conducteur, tandis que ce même protoplasma succombe par un froid bien moins intense d'avril, parce qu'alors il a commencé à végéter et à prendre de l'eau. L'eau gèle, brise les cordons, la membrane azotée, la cellule, c'est-à-dire toute l'économie du phytoblaste. La chaleur amène aussi la destruction du protoplasma par la coagulation des albuminoïdes. A partir d'un certain

degré de température où l'activité est la plus grande, les fonctions se ralentissent, puis cessent si la chaleur augmente, et enfin s'arrêtent pour toujours, soit qu'on les maintienne trop longtemps à cet état anormal, soit qu'il se prononce encore. Comme dans le cas précédent, la présence de l'eau précipite le dénouement de telle sorte, aussi, que les phytoblastes lorsqu'ils sont secs supportent des températures bien plus élevées que s'ils sont mouillés.

La température à laquelle la plupart des protoplasmes ont leur maximum d'activité varie de 35° à 40° ; la température *minima* serait de 8° et la température *maxima* 50°. Mais ce ne sont là que des chiffres approximatifs, car ils varient non seulement suivant les plantes, mais encore suivant les parties des plantes. Ainsi l'*Hydrodictyon* peut rester pris dans la glace pendant quelque temps sans périr; certaines Diatomées se trouvent dans la neige fondante, et le *Palmella*, au dire de M. Cornu, y donne des zoospores ; M. Rostafinski a cultivé l'*Hæmatococcus lacustris* dans de l'eau glacée ; enfin M. Schumaker avait amené des *Saccharomyces* jusqu'à 113 au-dessous de zéro sans les faire périr. Les limites de température *maxima* varient peut-être plus encore. Le plasmodium de l'*Æthalium septicum* est coagulé à + 40°, et le *Bacillus anthracis* meurt à + 43°. M. Bouis a trouvé des Algues dans les eaux sulfureuses dont la température est de 75°; Ehremberg a signalé des *Eunotia* et une *Oscillaria* dans les thermes d'Ischia, qui ont une température de 81 à 85°. A Laugarness en Irlande, M. Lauder-Lindsay a trouvé des Conferves (?) croissant dans une eau assez chaude pour cuire un œuf en cinq minutes. Au dire de M. Brefeld, un *Bacillus* moins sensible que son proche parent le *B. anthracis*, au lieu de succomber à 43°, supporte l'ébullition pendant un quart d'heure, non seulement sans mourir, mais, bien plus, en y trouvant une activité nouvelle pour la germination de ses spores. M. Manassein a pu porter des *Saccharomyces cerevisiæ* jusqu'à + 130 sans les tuer. M. Béchamp (J.) dit que, pour rendre inactifs les *Microzymas cretæ*, il faut les porter à une température voisine de 300°. Enfin, pour certains panspermistes, les microbes sont incombustibles. Il est juste, toutefois, de dire qu'en certaines circonstances, les protoplasmas s'enkystent, c'est-à-dire s'enveloppent de membranes qui leur permettent de résister plus efficacement aux causes de destruction; c'est ce qu'on trouve dans les téleutospores.

Le passage brusque du froid excessif à une chaleur élevée, comme en sens inverse le passage d'une très grande chaleur à un froid prononcé, sont de fâcheuses conditions de retour à l'état nor-

mal, et tels protoplasmes, qui auraient supporté la gelée ou la trop forte température, succombent par le brusque changement qu'il ont à supporter en un temps trop court. Les horticulteurs le savent très bien; ils redoutent les gelées d'avril surtout, quand, dès le matin, le soleil darde ses rayons sur les fleurs couvertes de givre. Toutes, en effet, sont perdues, ce qui ne serait pas arrivé si le dégel se fût fait lentement; la même chose, au reste, a lieu pour le protoplasma animal. Dans les limites de la vie normale, les brusques changements de température semblent avoir un fâcheux effet sur la végétation; toutefois les avis sont partagés.

Cfr. Sachs, Hofmeister, Hugo de Vries, Koppen, Velten.

C. — Action de la lumière.

Cet agent n'a pas une importance moindre que la chaleur. On croit, en général, que son action se porte principalement sur les corps chlorophylliens qu'elle crée, pour ainsi dire, lorsqu'ils n'existent pas; ce n'est pas à dire, cependant, pour cela, qu'elle n'a aucune influence sur le protoplasma non coloré en vert. Il est bien évident que ce dernier accomplit ses fonctions le plus possible en dehors de son action; mais, de ce qu'il recherche l'obscurité pour vivre, il ne s'en suit pas du tout qu'il ne soit pas impressionné par les rayons lumineux, bien au contraire : les faits sont là pour le prouver. Tant que l'*Æthalium septicum* est à l'état de plasmodium, il choisit la nuit ou l'obscurité, pour voyager, circuler de tous côtés, afin de chercher sa nourriture; si, alors, on fait arriver sur lui de la lumière, il rentre ses traînées glaireuses et disparaît dans la tannée; ce n'est que plus tard, quand il s'est condensé en une masse unique où ses spores sont en formation, qu'il supporte la lumière et qu'on peut le trouver plus facilement. Les phytoblastes non colorés se placent de même dans les parties du végétal qui ne sont pas exposées à l'action des rayons lumineux, et peut-être est-ce à cette recherche de l'obscurité qu'on doit de voir les radicules s'enfoncer dans le sol.

M. Thuret a vu que les anthérozoïdes des Fucacées se dirigent la plupart vers la lumière; d'autres, au contraire, la fuient. Les anthérozoïdes des *Marchantia*, d'après M. Lortet, se dirigent vers la lumière. « On prend un long tube à analyse chimique, en verre, on le remplit d'une eau fortement chargée d'anthérozoïdes, et on le pose horizontalement sur une table exposée à une vive lumière près d'une croisée; une moitié du tube est recouverte d'un papier

bleu très épais. Quelques heures après, si l'on examine, on voit que la partie du tube exposée à la lumière contient des anthérozoïdes en nombre beaucoup plus considérable que celle qui était restée à l'obscurité. Le même auteur a constaté les mêmes tendances chez les spermogonies du *Valsa nivea*. M. Nægeli a signalé quelque chose de parfaitement identique sur les zoospores du *Tetraspora*. Il se sert d'un tube de verre long d'un mètre; il le remplit d'eau contenant les zoospores, le place perpendiculairement, éclaire alternativement la base ou le sommet du tube et voit les spores mobiles se diriger toujours vers la partie qui est éclairée.

Phototactisme : spores phototactiques; spores photomanes et spores photophobes; mouvements aphotométriques et mouvements photométriques. Cfr. STRASBURGER (E.), STAHL (E.).

La lumière a une toute autre action sur les granules chlorophylliens; ici, les effets produits sont manifestes et apparents, surtout dans le cas où les cellules sont libres et plongées dans des liquides; les spores, les zoospores, les anthérozoïdes, accomplissent, sous le *stimulus* qu'ils reçoivent de l'agent lumineux, des mouvements qui ne laissent aucun doute sur leur sensibilité. Qu'on mette des *Oscillaria* dans une soucoupe à moitié recouverte par un carton opaque et qu'on expose l'appareil à la lumière, bientôt on verra le mouvement s'opérer. Si la lumière est intense et les rayons directs, les *Oscillaria* iront se cacher sous la partie obscure; la lumière est-elle diffuse, ils viendront se coller dans la portion éclairée. La même chose se produit avec les *Chlamydomonas*. D'après M. Famintzine, auteur de ces observations, la sensibilité de certaines Algues est telle qu'il suffit « de l'ombre d'un nuage qui passe sur le ciel pour changer le groupement de la masse verte ». De plus, il leur fallait le liquide de la mare où ils étaient nés; « avec l'eau de la Newa, le résultat n'était plus le même : ces petits êtres paraissaient pour la plupart indifférents à la lumière. »

Cfr. FAMINTZINE, CIENKOWSKI, COHN, REGNARD (O.).

L'influence de la lumière sur les granules chlorophylliens entraîne des conséquences particulièrement graves pour la vie du végétal. C'est, en effet, sous cette influence que se forment les hydrates de carbone qui font la base de son alimentation. C'est le granule chlorophyllien qui avec l'eau et l'acide carbonique de

l'air compose l'aliment qu'il fournit au phytoblaste. La lumière est donc indispensable à la vie végétale; qu'on en prive une plante, et bientôt on la verra mourir d'inanition, ses provisions alimentaires n'étant point remplacées, puisque, quoique étant entourée de matières premières, il lui manque ce qui lui est indispensable pour les transformer en matières absorbables. Mais, si après un long jeûne on laisse entrer quelques rayons de lumière, aussitôt la provision se trouve rétablie. M. Krauss a vu que des *Spirogyra* privés d'amidon, par un séjour à l'obscurité, en acquièrent en cinq minutes d'exposition à la lumière directe du soleil; il leur faut deux heures à la lumière diffuse. Le *Funaria* et l'*Elodea* présentent des faits analogues.

La lumière a, aussi, une action sur les mouvements périodiques des feuilles. On sait que pendant la nuit certaines feuilles prennent des positions tout autres que celles qu'elles ont dans le jour : elles se ferment, s'inclinent sur leur pétiole, se couchent le long des tiges; on a donné à ce phénomène le nom de *sommeil* des feuilles. Le matin, les organes se redressent, les lames s'étalent. La lumière, comme la chaleur, entre pour quelque chose dans ce phénomène; mais que se passe-t-il? agit-elle sur le protoplasme incolore ou sur celui qui est coloré en vert? On serait tenté, vu la sensibilité de ce dernier à l'action de la lumière, de croire que c'est lui qui détermine le mouvement; cependant l'*héliotropisme* se montre sur des végétaux non pourvus de corps chlorophylliens : le *Claviceps purpurea*, le *Sordaria fimicola*. Il semble que les deux protoplasmes sont influencés et que le redressement soit dû au réveil des corps chlorophylliens par la lumière. Quoi qu'il en soit, il faut enregistrer que la privation prolongée de lumière entraîne chez les plantes sommeillantes, comme chez les plantes sensibles, la perte de ces très extraordinaires phénomènes.

Sur la cause intime des mouvements périodiques des fleurs et des feuilles; — de l'héliotropisme. Cfr. Bert (P.), Darwin (Fr.), Wiesner (J.).

La lumière est composée de plusieurs rayons; leur réfringence différente permet de les étudier séparément. Il était donc naturel de se demander quelle pouvait bien être l'action de chacun d'eux sur les protoplasmes végétaux. M. Sachs est arrivé à formuler les propositions suivantes : 1° Les rayons rouges, orangés, jaunes et verts (les moins réfrangibles) provoquent des actes chimiques : le

verdissement de la chlorophylle, la décomposition de l'acide carbonique et la formation de l'amidon. 2° Les rayons les plus réfrangibles, bleus, indigo, violets, et les ultra-violets, déterminent des actes physiques : le mouvement du protoplasma, celui des zoospores, des feuilles sommeillantes, etc. M. P. Bert prétend, au contraire, que les rayons bleus seraient les plus favorables pour l'accomplissement de la fonction chlorophyllienne.

Cfr. DAUBENY, HUNT, DRAPER, CLOEZ ET GRATIOLET, SACHS (J.), BORSCOW, COHN, LUERSSEN, ROSANOFF, PLEASONTON, BERT (P.), DUCHARTRE, BAUDRIMONT.

On a, il y a longtemps déjà, expérimenté pour savoir s'il serait possible, au besoin, de remplacer la lumière solaire par la lumière artificielle. Les résultats obtenus n'ont pas semblé assez positifs ni, surtout, d'application pratique assez démontrée, et on ne les a pas poursuivis. L'électricité semblait seule appelée à donner des résultats satisfaisants ; nous allons voir si elle permet d'espérer beaucoup.

D. — Action de l'électricité.

On n'étudiait autrefois cet agent qu'au point de vue de l'action que ses courants pouvaient avoir sur la vie et le mouvement du protoplasma. Aujourd'hui, un nouveau chapitre s'impose à notre étude : on produit la lumière électrique, sinon économiquement, du moins assez facilement pour qu'il soit permis de se demander si l'on peut espérer composer avec cette lumière des foyers qui pourraient remplacer la lumière solaire. Le protoplasma, qu'affecte si sensiblement l'obscurité et qui est photométrique au plus haut degré, a jugé la question : au milieu des lumières de l'Exposition d'électricité, il a été ébloui, mais n'a pas ressenti ces oscillations particulières que détermine dans tout l'être le moindre rayon de soleil. Ce sentiment de bien-être indéfinissable, ces ondes d'influx vital qui émanent de la lumière solaire ne se retrouvent point dans la lumière électrique. Il était curieux de savoir ce qu'en penseraient les phytoblastes végétaux.

Recherches de HERVÉ-MANGON, SIEMENS, DEHÉRAIN. Action des courants électriques ; — de l'électricité atmosphérique.

Il est, en effet, bien difficile au milieu de toutes ces combinaisons et décompositions incessantes du végétal de reconnaître la part qui

revient à tel ou tel agent. Aussi, de bonne heure, les observateurs ont-ils pensé à se renseigner auprès de phénomènes plus palpables et en quelque sorte tangibles; c'est ce qui a amené à rechercher l'action des courants sur les mouvements du protoplasme. On a vu que les courants modérés activaient le mouvement, tandis que des courants trop forts l'arrêtaient momentanément, si le courant cessait à temps, et, pour toujours, si le courant continuait. Le phytoblaste est tué comme il l'était par un excès de température. Il faut ajouter un nouveau trait de ressemblance : ces effets sont d'autant plus marqués et d'autant plus rapides que les protoplasmes sont plus imbibés d'eau.

Cfr. **Action des courants sur la cyclose**, BECQUEREL et DUTROCHET, JURGENSEN, BRÜCKE, MAX SCHÜLTZ, KUHNE, HEIDENHAIN, VELTEN, ENGELMANN. — **Action sur les mouvements des organes** : COHN, KABSCH, BLONDEAU.

Art. III. — Fonctions.

Le phytoblaste est surtout intéressant à étudier lorsqu'il accomplit ses fonctions et quand il se livre avec ardeur à ses multiples travaux. Sensible et contractile, comme nous l'avons vu, il s'agite pour se nourrir et s'accroître, pour se multiplier et se reproduire. Ses fonctions sont donc aussi nombreuses que celles de l'animal; nous devons même dire qu'elles le sont plus, car il est chargé de fabriquer les hydrates de carbone qui font vivre l'un et l'autre Règne de la nature. Toutes ces fonctions ne sont qu'une série d'actions chimiques amenant des mouvements moléculaires; mais ces mouvements se font avec un ensemble, une harmonie particulière qui caractérise les phénomènes dits vitaux et qui sont d'autant plus énergiques que les décompositions et recompositions s'opèrent avec plus de rapidité et d'intensité.

A priori, chaque phytoblaste est complet et jouit de toutes ses fonctions ; on voit vivre à l'état d'isolement les *Protococcus*, les *Botrydium* chez les Algues, et tous nos

microbes et *Saccharomyces* nous en ont convaincu. Mais, le plus souvent, plusieurs phytoblastes se réunissent en associations, soit en conservant, malgré cela, une vie indépendante et sans unir leurs efforts comme dans les *Pandorinées*, les *Volvocinées*, soit, au contraire, pour mener une vie commune, comme cela se voit sur les végétaux supérieurs. Dans ce cas, ils se partagent le travail et créent des organes qui ont des fonctions spéciales. Ceux-ci, dans les racines, se chargent d'absorber les liquides alimentaires du sol; à l'occasion, ils facilitent l'absorption en sécrétant des matières qui dissolvent les substances qui ne passeraient pas si elles restaient insolubles; ils sont photophobes et, par là, disposés à s'enfoncer de plus en plus profondément et à tirer les racines vers les points les plus profonds, les plus humides, les plus aptes à donner les aliments utiles *(géotropisme positif)*. D'autres par contre, photomanes, tendent vers la lumière et tirent la tige en sens opposé de la racine *(géotropisme négatif)*; ils veulent de l'air et de la lumière; le plus souvent, ils s'unissent pour former des lames aplaties qu'on nomme des feuilles; ils sont chargés de faire les hydrates de carbone. Enfin, il en est qui, cachés dans les alvéoles du tissu de la tige, reçoivent, par des canaux construits exprès, les matériaux préparés par les précédents; de ces matières ils fabriquent des produits divers qui sont ou bien expédiés de suite pour être utilisés en des points de formation nouvelle, ou bien portés dans les graines pour la nourriture de jeunes, ou bien, encore, emmagasinés pour être repris plus tard lorsque le besoin s'en fera sentir, après l'engourdissement hivernal, si le végétal est bisannuel ou vivace. Ainsi, l'arbre est une colonie dont les habitants sont si nombreux que l'on ne peut en supputer le nombre, c'est une ruche où chacun a sa besogne tracée; et, si nous

voulions pousser plus loin la comparaison, nous trouverions des phytoblastes, uniquement chargés de la reproduction, ceux-ci mâles, ceux-là femelles; nous en montrerions qui auraient pour fonction de construire des défenses naturelles ou de sécréter des venins destinés à blesser ceux qui menaceraient l'existence de l'association.

On comprendra que nous ne puissions qu'esquisser à grands traits et donner succinctement le caractère des principales fonctions : 1° nutrition, 2° génération.

1° Fonctions de nutrition.

Nous étudierons : A. les phénomènes de végétation ; B. les phénomènes d'accroissement et de multiplication.

A. — Phénomènes de végétation.

Dans la nutrition, il y a, d'une part, *pénétration endosmotique* des principes immédiats, phénomène par lequel ils se répandent, molécule à molécule, dans l'épaisseur de la substance de chaque cellule (intussusception); puis, il y a combinaison de ces principes à ceux de la substance et formation, à l'aide de ceux qui viennent de pénétrer, de composés nouveaux, semblables aux premiers. C'est là le fait caractéristique de l'*assimilation*, c'est-à-dire de ce *phénomène par lequel les principes deviennent semblables à ceux qui existaient dans l'élément anatomique;* mais le phénomène précédent, la pénétration endosmotique, est la condition de l'accomplissement de celui-ci. Il y a, d'autre part, et simultanément, *formation et dissolution de principes différents des premiers*, *ce qui caractérise la désassimilation*, mais avec *départ osmotique* de ces composés comme condition physique de l'accomplissement de ce phénomène.

Après avoir vu : 1° la formation des hydrates de carbone, qui doit être étudiée d'une façon spéciale, comme point de départ de toute la nutrition des protoplasmes, nous décrirons successivement : 2° l'absorption et l'assimilation; 3° la désassimilation et la respiration; 4° l'élaboration et les sécrétions.

a. — Formation des hydrates de carbone.

Le protoplasma vert, qui chez les plantes inférieures occupe toutes leurs parties, mais qui chez les supérieures se limite dans des lames foliacées disposées on ne peut mieux pour la fonction qu'elles ont à accomplir, est spécialement chargé de fabriquer des hydrades de carbone. Les *aliments purement minéraux* sont empruntés au sol et à l'atmosphère, et l'agent qui détermine les décompositions et les combinaisons nouvelles est la lumière. L'intensité et la quantité de lumière indispensable au phénomène varient suivant les protoplasmes, mais, ce qui ne varie pas, c'est l'ensemble du phénomène. L'acide carbonique gazeux qui se trouve dans l'atmosphère est décomposé, l'oxygène est rejeté au dehors à l'état naissant et le carbone est fixé à l'eau, qui provient du sol, de manière à donner $C^{10}H^{10}O^{12}$: c'est de l'amidon. Cet amidon se retrouve au milieu des corpuscules chlorophylliens. Si l'on porte la plante à l'obscurité, les grains amylacés disparaissent, et il s'en forme de nouveaux dès que les corpuscules sont replacés à l'air et à la lumière. Pour disparaître, l'amidon s'est changé en glycose, s'est dissous dans l'eau et est descendu vers les phytoblastes de la tige. »

Cfr. **Sachs, Hugo v. Mohl, Gautier (A.), de Lanessan.**

En résumé, d'après cette théorie, le protoplasme incolore serait fabriqué par le substratum des corpuscules colorés. Rien ne s'y oppose. Si elle est admise, ce sera une besogne dont on aura à décharger les phytoblastes des portions intérieures de la tige. Car, jusqu'à ce jour, on admettait que c'était dans ces points que se formaient les matières protéiques, par la rencontre des glycoses descendant des feuilles et leur combinaison soit avec l'ammoniaque, soit avec des nitrates, et addition de phosphore ou de soufre. Quant à la production de l'amidon et des graisses par décomposition de matière protoplasmique, elle est admise par tout le monde et prouvée par des observations, que nous avons rapportées plus haut, de la fabrication d'amidon par des protoplasmes animaux, tel que le glycogène du foie de l'homme. Dans les plantes monoblastiques vertes, il est de toute urgence que les choses se passent comme le prétend M. de Lanessan; mais par contre, dans les monoblastiques incolores, les phénomènes doivent s'accomplir de l'autre manière. Ce qui semblerait prouver que la matière protoplasmique peut se faire d'après les deux procédés.

b. — Absorption et assimilation.

Ici commence l'histoire du phytoblaste qui n'est pas pourvu de corpuscules chlorophylliens, non pas que nous entendions par là que la fonction chlorophyllienne se soit accomplie sans qu'il y ait eu absorption et assimilation, mais parce que les phytoblastes incolores prennent les aliments tout préparés, sans s'inquiéter d'où ils viennent et comment ils se sont faits. Lorsqu'ils vivent dans la même colonie que les phytoblastes verts, il n'y a qu'un fait de division du travail; mais, lorsqu'ils appartiennent à une autre association non chlorophyllée et qu'ils viennent manger les provisions faites par la première, si l'amphitryon est vivant, ce sont des parasites, tels les Orobanches, les *Lathræa* [1], etc.; si, au contraire, il est mort et que ce soit de son cadavre qu'ils se nourrissent on les dit saprophytes: tels les Champignons, les *Saccharomyces*, etc. Le Règne animal, à part quelques exceptions (*Euglena*, *Stèntor*, etc.), ne pouvant tirer d'hydrate de carbone, de l'acide carbonique de l'air, est devenu tributaire du Règne végétal aux dépens duquel il vit en parasite et, plus souvent encore, en saprophyte. Voilà pourquoi les fonctions des phytoblastes végétaux que nous examinerons maintenant sont tout à fait identiques avec celles des phytoblastes animaux, et les seules différences que l'on pourrait signaler entre les deux ne sont que des différences dans le plus ou moins d'activité de telle ou telle fonction.

On ne s'entend pas quand on parle d'absorption. Les uns y veulent voir simplement l'introduction d'éléments venus du dehors et introduits sans préparation aucune pour être mis à portée des phytoblastes; les autres au contraire y voient l'intussusception de matériaux déjà préparés et qui n'attendent plus que leur placement au milieu de substances déjà existantes dont ils doivent prendre les caractères par assimilation ou transsubstantiation. Dans le premier cas, le phénomène est tout physique, et l'absorption devient l'aspiration des aliments, fournis par les milieux, complétée par leur transport à pied d'œuvre; dans l'autre, le phénomène est d'ordre chimique et dès lors se confond avec l'assimilation : il en résulte que les phénomènes d'absorption sont déterminés par les besoins de combinaisons chimiques, commandées par les milieux et rendues possibles par des propriétés d'ordre physique inhérentes à l'état moléculaire de la matière.

1. Schnetzer, observation sur le *Lathræa squamaria*, in *Soc. helvétique*, août 1881.

Nous supposons que les matériaux alimentaires sont à portée du phytoblaste, sans nous inquiéter s'ils s'y trouvent naturellement ou bien s'ils y ont été apportés par les canaux d'irrigation ; et nous voyons que, dans ce cas, nous nous trouvons en face de deux phénomènes, d'abord, l'introduction des matériaux (nutrition de certains physiologistes) et, secondement, leur transformation en matières semblables à celles au milieu desquelles elles ont été admises.

Absorption, — Endosmose, — Exosmose : diffusion. Cfr. : NOLLET, DUTROCHET, PFEFFER, SCHUMACHER.

L'absorption, propriété d'ordre physique, est dirigée et mouvementée par le phytoblaste. C'est lui qui l'accélère ou la modère suivant les besoins; seul responsable de ses travaux, il tire des milieux ce qui lui est utile pour préparer tel ou tel produit qu'il doit fabriquer, et souvent les agriculteurs ou les horticulteurs le gênent, on ne peut plus, en lui apportant les éléments dont il n'a que faire et qui lui sont souvent même nuisibles. Aussi, le meilleur horticulteur est-il celui qui connaît le mieux les mœurs de ces phytoblastes qu'il cultive. Les besoins du protoplasma ont pour point de départ des changements d'ordre chimique : ce sont toujours des transmutations qu'il peut faire. Après avoir attiré à lui dans sa cellule ou simplement dans son utricule azotée, s'il est nu, les éléments qui lui sont utiles, il les transforme pour en faire des matières protéiques (assimilation), puis pour confectionner avec ces matières protéiques une série de produits (élaboration).

Les phytoblastes sont regardés comme doués d'un instinct particulier qui leur permet de juger de la qualité et de la quantité des substances qu'ils doivent laisser pénétrer jusqu'à eux. Cet instinct est d'ordre purement physico-chimique. Certains éléments sont admis, parce qu'ils sont indispensables pour la fabrication normale des produits, et d'autres sont rejetés tout simplement, parce qu'ils n'ont pas à entrer dans les combinaisons chimiques qui donnent naissance à ce produit. La même chose a lieu dans un verre à expérience. Cet instinct n'est pas d'autre nature que celle-là; et l'instinct des animaux n'a pas d'autre base. Chez nous, colonie extra-compliquée de protoblastes d'ordre supérieur, nos besoins s'expliquent de la même façon, et nous avons faim et nous avons soif parce que les albuminoïdes ou les liquides manquent aux combinaisons chimiques de milliards de travailleurs qui demandent de la besogne. L'instinct des phytoblastes non seulement n'est pas niable, mais est très expli-

cable : il ne s'ensuit pas qu'il soit infaillible. Il y a absorption de matières toxiques et parfois mort à la suite de cette absorption. Il ne faut pas exiger du protoplasme plus qu'il ne peut donner. Si, au lieu de ce qu'il demande, on lui donne tous autres aliments, si on lui donne même des substances qui en changent la composition moléculaire, comment s'étonner qu'il les absorbe, et pourquoi ne s'asphyxierait-il pas avec l'éther et le chloroforme tout comme celui des animaux?

Cfr. Reveil, Cauvet, Roché, Baillon, Conventz, Leclerc, Bert (P.), Bernard (Cl.).

Les matériaux extérieurs sont absorbés, leurs molécules choisies et intercalées parmi celles préexistantes, sont de même nature; l'assimilation s'opère. Ainsi, la glycose baigne les cristalloïdes de cellulose qui forment la membrane cellulosique, et l'assimilation se fait, la glycose devient de la cellulose; il y a eu transmutation, transsubstantiation; quelques équivalents d'eau fixés restent seuls pour expliquer le phénomène..... qu'on n'explique pas, pas plus qu'on n'explique l'essence de tous les phénomènes. On en connaît parfois les causes, mais c'est tout. Dans un eudiomètre contenant H et O, on fait passer une étincelle qui les unit en HO, mais on ignore le pourquoi; de même ici ignore-t-on le pourquoi de ce phénomène qui transforme $C^{10}H^{12}O^{12}$ en $C^{12}H^{10}O^{10}$ par la perte de 2HO. De même on ignore le pourquoi de cet autre phénomène qui fera que $C^{12}H^{10}O^{10}$, en réabsorbant 2HO, redeviendra soluble et apte à donner plus tard de l'amidon $C^{12}H^{10}O^{10}$ en perdant de nouveau 2HO; et il en est ainsi de tous les autres phénomènes. Ces secrets, il faut les demander aux énergies cinétiques développées par les agents que nous avons étudiés sous les noms de lumière, chaleur, électricité, pression. Nous ne chercherons donc pas à expliquer, dans l'état actuel de nos connaissances physico-chimiques, l'essence des phénomènes d'assimilation et de désassimilation.

c. — Respiration et désassimilation.

La vie n'est qu'un mouvement d'échange : à l'apport des matériaux normaux (absorption) et à leur fixation (assimilation) correspondent deux actes corrélatifs, la désassimilation et le départ des matériaux anciens. Nous venons de dire qu'il était impossible de connaître

l'essence même de la désassimilation; il ne reste plus, par conséquent, qu'à étudier les phénomènes respiratoires.

Les physiologistes qui donnent, à tort, le nom de nutrition aux phénomènes d'apport donnent logiquement le nom de dénutrition aux phénomènes de départ ; ces phénomènes sont mieux nommés phénomènes de *désassimilation*. Ce sont, en effet, des matériaux qui proviennent de l'usure des substances qui servaient antérieurement à la vie de l'individu. L'assimilation apportait C, H, O, Az, P, S, et ce sont ces mêmes éléments qui s'en retournent, sous des formes autres, la plupart du temps.

La respiration consiste dans la combinaison de l'oxygène avec les matériaux du protoplasma. C'est une oxydation, une combustion des matières hydrocarbonées qui se font avec dégagement d'acide carbonique et de vapeur d'eau, en produisant de la chaleur, de l'électricité et de la lumière. Les phénomènes sont les mêmes pour les phytoblastes des deux Règnes.

L'assimilation et l'accroissement qui en résulte ne se font que s'il y a respiration; et, pourtant, la respiration ne peut se produire que par perte de substance. Ce qui se comprend, puisque ce sont les matériaux du protoplasme qui forment le combustible. Ces deux propositions, qui paraissent se contredire, ne s'excluent pas cependant, car on comprend comment, si l'assimilation est assez grande, le phytoblaste puisse prendre sur son gain pour se chauffer et voire même, au besoin, pour s'éclairer. Et ce n'est pas par luxe, mais par nécessité; car il lui faut faire de la chaleur végétale pour accomplir ses fonctions. La chaleur, l'électricité et la lumière cosmiques ne sont que passagères: prévoyant, il les met en réserve dans les tissus pour les utiliser en cas d'urgence et pour les régénérer, s'il le faut, à l'état où il les a empruntés. C'est ce qui explique comment, avec la houille des forêts fossiles ou avec le bois des forêts modernes, il est possible de faire de la chaleur, de la lumière, de l'électricité. Ce sont les rayons solaires emprisonnés par le protoplasme végétal qui reprennent leur liberté et retournent d'où ils sont venus; et quand nous vivons nous-mêmes des épargnes végétales, c'est de la chaleur de ces rayons solaires que se fait la nôtre, et c'est de leurs rayons lumineux que se crée la pensée.

La présence de l'oxygène est urgente. Cfr. Boehm, Dehérain et Moissan. **Aérobiose et anaérobiose.**

Production d'acide carbonique; production de vapeur d'eau;

production de chaleur : production de lumière; production d'électricité.

d. — Élaboration et sécrétion.

Des aliments provenant de l'extérieur pénètrent dans le phytoblaste (absorption), s'y transforment (assimilation ou transsubstantiation), pendant que d'autres qui ont servi sont éliminés (désassimilation). Il résulte de ces échanges une série compliquée de travaux qui ont pour but de séparer (sécréter) certains produits, dont les uns (provisions alimentaires) sont destinés à servir ultérieurement et dont certains autres doivent persister comme protection (membranes cellulosiques) ou être excrétés, c'est-à-dire éliminés au dehors (excrétions). La distinction que nous établissons ici n'est pas aussi nette qu'on pourrait le supposer de prime abord; ainsi, par exemple, la membrane cellulosique qui est destinée à persister pour former le squelette qui servira de support aux générations futures est, dans certaines circonstances, reprise, remise, d'autre part, en état et sert à des accroissements ultérieurs; les résines, que l'on considère, à juste titre, comme des sécrétions, peuvent être employées à la protection des bourgeons.

Masse complètement amorphe au début, mais contenant dans sa composition les éléments utiles à ses besoins, le protoplasma se met bientôt en mesure de les agencer de façon à les transformer en matières organisées. Ces éléments se réduisent à de la matière protéique quaternaire, à des composés ternaires se ramenant tous à la composition des glycoses et à quelques matières minérales. C'est là toutes les matières premières dont il dispose et qu'il transforme sous l'action des agents, chaleur, lumière, électricité et pression. Ce qui caractérise tous ses travaux de sécrétion, c'est la séparation d'une partie de l'eau qui tient tous les corps en dissolution; il condense les solutions, et rejette le liquide qui se rend dans les vacuoles. Au reste, dès que le besoin s'en fait sentir, ainsi que nous le verrons, il se hâte de reprendre cette eau et de s'en servir pour redissoudre celui des éléments qui est appelé à être utilisé. Cette constatation faite, suivons un peu ses travaux.

1° Cellulose et ses dérivés.

Cfr. Hugo v. Mohl, Rossignon, Frémy, Trécul, Payen, Pelouze, Weill, Mitscherlisch, Goubert, Girard, Van-Tieghem, Frémy et Urbain.

Epiderme. Cfr. BRONGNIART, UNGER, MORREN (Ch.), HUGO V. MOHL, COHN, PAYEN, TRÉCUL, LEITGEB, NICOLAÏ, PETUNNIKOW, (A.), THOMAS, KRAUSS, DE BARY, PFITZER, SICARD, HEGELMAYER.

Ligneux. Cfr. TURPIN, PAYEN, READE, LANKESTER, FIGUIER et POUMARÈDE, FRÉMY, GULLIVER (G.).

Pendant qu'à la périphérie, la cellule s'organise aux dépens des cristalloïdes chargés de fournir de la cellulose, le protoplasma forme, avec d'autres cristalloïdes, des leucites (globulins ou microsomes) et un nucléus quand celui-ci n'a pas été formé avant la couche membraneuse externe. Alors, pour ne pas être incommodé par l'eau qu'il a rejetée et qui s'est réunie en des sortes de petits lacs nommés vacuoles (voy. fig. 99), il s'en isole en créant aussi, de ce côté, une membrane serrée hyaline. L'utricule azotée et les bandes qui en partent pour se porter au noyau sont donc partout limitées par une couche isolante; mais, entre les lames de cette membrane ankyste le protoplasma conserve ses caractères premiers et forme ce qu'on a nommé l'*enchylema*. Là se vont opérer toutes les fabrications nouvelles pendant que se promenant, comme nous l'avons vu, le long des parois, le protoplasme consolide, ornemente et décore son habitation.

2° Corpuscules protéiques, corps protoplasmiques amorphes, granules protoplasmiques.

Cfr. TRÉCUL (A.), SCHIMPER (W.).

Scissiparité des corpuscules.

a. **Corpuscules incolores ou leucites.**

b. **Corpuscules colorés ou chromoleucites des pigments : 1° xantholeucites, 2° cyanoleucites, 3° rhodoleucites, 4° chloroleucites ou corps chlorophylliens. Leur absence dans les Champignons. Spécialisation progressive de la fonction chlorophyllienne. — Algues. Du *consortium* ou *symbiose* chez les Lichens et chez les faux parasites. Du parasitisme : normal et accidentel. — De l'*hypochlorine* :** PRINGSHEIM.

3° Corpuscules protoplasmatiques, cristallisés; cristaux organisés, cristalloïdes, etc.

Cfr. TRÉCUL, HARTIG, COHN, MASCHKE, NÆGELI, RADELKOFER (L.), KLEIN, KRAMER, PORTES, SCHIMPER (W.).

4° Aleurone.

Cfr. HARTIG, HOLLE, TRÉCUL, MASCHKE, RADELKOFER (L.), GRIS (A.), PFEFFER, RAFINESQUE.

5° Amidon et Fécules.

Cfr. Raspail, Fritzche, Guérin, Warry (H.), Payen, Dumas, Biot, Munter (J.), Schleiden, Béchamp, Trécul, Hartig, Naegeli, Hugo v. Mohl, Gris (A.), Musculus, Famintzin, Wiesner, Famintzin et Borodin, Sachs, Schimper.

6° Huiles et matières grasses.

Cfr. Baudrimont, Teschemacher, Cloez, Uloth, de Bary.

7° Essences, oléorésines, gommes résines, etc.

Cfr. Hesse, Johnston, Cahours, Wiesner, Marchand (L.). — **Canaux à résine.** — Cfr. Trécul (A.), Thomas, Muller, Marchand (L.), Van-Tieghem. **Glandes.** — Cfr. Hanstein (J.), Martinet (B.), Chatin (J.).

8° Cristaux et concrétions minérales.

Cfr. Turpin, Unger, Morren, Payen, Quekett, Schacht, Trécul, Chatin (A.), Malaguti et Durocher, Weddel (H.-A), Sanio, Hanstein, Garreau, Holzner, Rosanoff, Hofmeister, Pfitzer, Brefeld, Solms-Lambach, Vesque.

9° Sucres et matières sucrées.

Cfr. Peligot, Rossignon, Petounikow (A.), Durin, Bonnier.

10° Inuline.

Cfr. Workresendy, Bouchardat, Schacht et Sachs, Prandlt, Dragendorff, Lefranc, Popp.

11° Tannins, glycosides, etc., etc.

L'énumération que nous venons de donner est loin d'être complète; les produits les plus divers sont formés par le protoplasma. On comprendra que nous n'insistions pas sur ce sujet, qui est du ressort de la matière médicale; mais un point sur lequel nous devons nous arrêter est la formation d'alcool par le protoplasme. Cela nous ramène, par un chemin un peu long peut-être, à nos *Saccharomyces;* mais cela nous permet de comprendre l'action si discutée de ces protorganisés et de voir comment les théories même les plus opposées en apparence se confirment au lieu de s'infirmer.

Cfr. Schleiden, Hoffmann (H.), Lueder, Frémy, Engelmann, Léchartier et Bellemy. — **Discussion** : Poggiale et Colin, Robin, Blondeau, Frémy, Pasteur, Joubert et Chamberland, Duval (J.).

B. — Accroissement et multiplication.

L'apport constant des matériaux nutritifs au protoplasma et leur incorporation, après assimilation, aux matériaux déjà existants détermineraient un accroissement incessant et illimité, si, en même temps, la désassimilation ne venait rétablir l'équilibre. Toutefois, pendant une période de l'existence, si les circonstances sont favorables, l'assimilation l'emporte sur la désassimilation; il en résulte un gain qui se traduit par une augmentation de volume. Dans les cas, au contraire, où les circonstances sont défavorables et quand le protoplasme est trop vieux, la période de décroissance se dessine, le protoplasma diminue et meurt. Entre la fin de la première période et le commencement de la seconde, il y a un temps variable pendant lequel il n'y a ni gain ni perte, c'est la période d'*état* ou de *statu quo*. « Pour chaque plante, dit M. Sachs, il existe une combinaison de principes nutritifs qui lui est favorable et dans laquelle elle croît plus vite et mieux; et la végétation est d'autant plus incomplète que la solution est plus éloignée de cet idéal. »

La constitution moléculaire du protoplasme étant connue, on comprendra facilement comment peut se faire l'accroissement. Les cristalloïdes qui le composent, grâce aux sphères aqueuses qui les entourent, peuvent glisser les uns sur les autres et, en se gonflant par imbibition, s'écarter. Il se fait une *turgescence* bien propre à permettre l'intercalation de cristalloïdes nouveaux, qui viennent augmenter le nombre de ceux existant déjà; l'accroissement est effectué. S'il s'agit de la membrane cellulosique enveloppante, le mécanisme est le même : c'est le protoplasma turgescent qui détermine l'écartement des molécules entre lesquelles il apporte des cristalloïdes nouveaux qui, plus tard, se couvriront de cellulose. Ce phénomène est d'ordre complètement physique, et M. Traube est parvenu à le reproduire sur des cellules artificielles.

Cfr. ROSSIGNON, BRONGNIART, HEUFREY, HUGO V. MOHL, GARREAU *et* BRAVAIS, MOLL, HUGO DE VRIES, FRANKHAUSER, REINKE, TRAUBE.

Les phytoblastes et leurs enveloppes cellulosiques ne peuvent s'accroître indéfiniment; il existe une limite qui varie avec chaque espèce et qui ne peut être dépassée. C'est parce que ces limites existent que les formes végétales restent à peu près fixes. Or, lorsque ce point d'accroissement est acquis, si l'apport des matériaux

continue, l'accroissement du protoplasme détermine la multiplication. La cellule écarte en un ou plusieurs points ses cristalloïdes, et le protoplasme fait hernie par ces points, puis la cellule mère se resserre pendant que la cellule fille s'entoure de sa membrane de cellulose et vit par elle-même. C'est ce qui constitue le bourgeonnement que nous avons constaté chez les *Saccharomyces* (fig. 49, 50, 51, 52). D'autres fois, lorsque, par suite de l'accroissement, une cellule a pris une élongation déterminée, on la voit se resserrer au centre, de manière à ressembler à un 8 de chiffre, puis, l'étranglement continuant, une scission s'opère, et d'une cellule on en a deux. C'est ce mode de multiplication que nous avons vu se produire chez les Schizophycètes; c'est la scissiparité (fig. 70, 71, 74).

Les phénomènes ne sont pas toujours aussi simples.

Le phytoblaste, à certains instants, reprend la structure moléculaire qu'il avait au début : il redevient liquide visqueux. « On est par conséquent conduit à admettre que les molécules protoplasmiques solides, ordonnées en séries à l'intérieur d'un protoplasma vivant, ont la propriété de s'isoler plus ou moins complètement sous une faible influence. Quand leur situation respective n'a pas changé considérablement, ces molécules peuvent reprendre leur position sériale primitive. » Tel le statuaire, un travail achevé, repétrit sa terre et la façonne à nouveau. Ici, toutefois, il arrive bien souvent que certaines granulations échappent à la dissolution; aussi peut-on trouver dans la matière protoplasmatique remaniée, rajeunie, comme l'on dit, des corps chlorophylliens, des grains d'amidon et le noyau. Cette transformation est parfois suivie d'une simple reconstruction de ce qui existait; mais, le plus souvent, elle précède et annonce l'apparition de phénomènes nouveaux de multiplication.

La multiplication des cellules se fait différemment suivant les cas. 1° Quand on a des phytoblastes sans noyau ou à noyaux multiples, le protoplasma se divise, soit suivant une seule direction pour faire des filaments, soit suivant deux directions pour faire des lames, soit enfin suivant trois directions pour faire des tissus. Dans tous. la masse protoplasmique divisée produit des enveloppes cellulosiques autour de chaque cellule fille. 2° Quand il y a un noyau unique, la division devient bien plus compliquée. C'est, en effet, par lui que débute le phénomène. Il se développe dans son intérieur des filaments spirales se coupant en bâtonnets qui s'appliquent sur chaque nucléus à deux points opposés autour desquels ils rayonnent, puis venant se rejoindre et formant comme des stries. Au

centre, et perpendiculairement, apparaît la *plaque nucléolaire*, suivant laquelle se produit une division du noyau en deux parties qui, tirées par les bandes protoplasmiques, s'écartent l'une de l'autre mais sont reliées par les stries qui s'étirent en filaments. Pendant ce temps, de la paroi de la cellule mère descend une cloison qui bientôt coupe les filaments qui reliaient les deux portions du noyau, en sorte que chaque cellule fille se trouve pourvue, elle-même, d'un noyau qui grandit bientôt.

Accroissement des ***Œdogonium:*** PRINGSHEIM, HARTIG, HUGO V. MOHL, DE BARY, KARSTEN, HOFMEISTER, DIPPEL, NÆGELI **et** SCHWENDENER, STRASBÜRGER.

Par rajeunissement : PRINGSHEIM, NÆGELI, BRAUN, STRASBÜRGER.

Par formation libre : SCHLEIDEN, HOFMEISTER, DE BARY, SCHACHT, DIPPEL, FAMINTZIN, JANCZEWSKI, STRASBÜRGER.

Par division : MIRBEL, ROB. BROWN, VINTER, HUGO V. MOHL, NÆGELI, HOFMEISTER, HARTIG, SCHACHT, DIPPEL, STRASBÜRGER, TCHISTIAKOFF, AUERBACH.

Le remaniement ne porte pas toujours exclusivement sur le contenu de la cellule; bien souvent il s'étend à l'enveloppe cellulosique qui, en totalité ou en partie, est ramenée à l'état de matière amorphe glaireuse, gélatineuse; c'est de l'hyaloplasma de *retour*, pour ainsi dire. Ce phénomène très commun et qui se montre partout où doit se passer un phénomène physiologique de quelque importance est nommé *gélification;* il est très commun chez les Cryptogames inférieures, Champignons et Algues. C'est ce mucilage, cette glaire qui donne à ces derniers végétaux le toucher gluant qu'ils présentent tous à un degré plus ou moins grand: certains même sont tellement glaireux à tout âge qu'on ne sait si la glaire est primitive ou bien si elle provient d'une gélification. Chez les Phanérogames, le phénomène est souvent masqué, mais cependant il apparaît quelquefois d'une façon toute particulière. C'est par une sorte de gélification que se font les gommes et les mucilages.

Cfr. **Gelose** : REMY, KARSTEN, HOFMEISTER, GASPERRINI, FRANCK (A.-B). — **Gomme** : MORREN, SOUBEIRAN, HUGO V. MOHL, KARSTEN, FRÉMY, WIGAND.

La gélification partielle est utilisée par le phytoblaste à chaque fois que son habitation a besoin d'être retouchée; c'est ainsi qu'il

ouvre de nouveaux conduits pour communiquer avec le voisin, pour y verser son protoplasma ou pour recevoir le sien. Un phytoblaste peut bien construire un *vaisseau* d'une grande longueur, mais pourtant il ne peut jamais le prolonger assez pour qu'il s'étende d'une extrémité à l'autre de la tige, par exemple; pour remédier à cet inconvénient, les deux voisins humectent la paroi qui les sépare; la cellulose se transforme, se gélifie, et l'isthme est percé. Faut-il allonger un filament, intercaler une cellule, la chose est simple. A une certaine hauteur dans son intérieur se forme un anneau de protoplasma chargé de gélifier la paroi sur la largeur qu'il recouvre; la paroi est bientôt ramollie et chacune des deux portions est repoussée par le protoplasma qui s'intercale; l'anneau devient un tube qui s'allonge, puis prend une enveloppe cellulosique. Lorsque l'allongement est suffisant, un pont est jeté à travers la cavité; la lame protoplasmique qui le forme se partage en deux par un repli en couronne de la membrane cellulosique. De telle sorte que, en fin de compte, la cellule unique a formé deux cellules juxtaposées. Dans le premier cas, la gélification avait pour but de réunir deux phytoblastes; dans le second, au contraire, elle a été utilisée pour faire deux phytoblastes avec un seul.

Ainsi qu'on peut en juger, d'après ce qui vient d'être dit, les travaux du phytoblaste sont aussi nombreux que variés, et leur importance n'a d'égal que la rapidité avec laquelle ils sont opérés.

Observations de E. Baudrimont et de Lyndley sur la rapidité de la production des cellules.

Dans certains végétaux, les Champignons, par exemple, tout le travail du protoplasma se réduit à absorber des matériaux tout préparés; il n'a qu'à les transformer, à les assimiler. Ces végétaux sont parasites ou saprophytes. Pour d'autres, la tâche est plus difficile et plus longue : ils doivent créer de toutes pièces les aliments que les précédents ont trouvés élaborés. Les artisans protoplasmatiques doivent commencer par faire des hydrates de carbone avec l'acide carbonique de l'air et les sels apportés du sol, et, pour cela, il leur faut recevoir l'impulsion de la chaleur et de la lumière; aussi, suspendent-ils le plus souvent leurs travaux en hiver. Avec ces hydrates et avec ce qu'ils tirent du sol par les canaux que nous avons décrits, ils doivent fabriquer de la matière sarcodique nouvelle, puis faire des glycoses, que, suivant la nécessité, ils transforment en cellulose, en vasculose, en lignose. Ce travail accompli, ils font

retourner la glycose à l'état d'amidon, de matières grasses, de tannin, etc., font cristalliser la matière azotée pour en obtenir de l'aleurone, des cristalloïdes, et s'en composent des réserves qui seront utilisées quand le besoin s'en fera sentir : pendant ce temps, les produits devenus inutiles sont excrétés, c'est-à-dire rejetés au dehors.

2° Génération et genèse.

Un protoplasma peut donc, d'après ce que nous venons de voir, lorsqu'il est placé dans de bonnes conditions, vivre, s'accroître et même se multiplier par simple sectionnement de ses parties. Lorsque, par contre, les milieux ne lui offrent plus ce qu'il demande, il s'enkyste soit en entier, soit après avoir, au préalable, fractionné ses parties de façon à donner plusieurs corps reproducteurs. Ces corps, formés, en général, par division libre et après *rajeunissement*, sont des *spores*. Chez les protorganisés, les spores sont toujours produites ainsi, et comme il n'y a, en outre, pour amener la continuité de l'espèce, que la scissiparité ou le bourgeonnement, on comprend qu'avec ce mode de propagation la nature n'eût pu que bien lentement modifier les premiers protoplasmes formés. Aussi un autre mode de génération est-il intervenu, et celui-là permet le *perfectionnement*, la *sélection*, l'*évolution;* nous voulons parler de la reproduction par fusion de deux protoplasmes différents, qui devient, à son terme le plus élevé, la génération par sexes. Mais il y a encore là comme un souvenir des procédés premiers; la jonction des protoplasmes est presque toujours précédée d'une sporulation ou enkystement, se faisant encore, là, par division libre du protoplasma à l'intérieur de cellules qui s'appellent, suivant les cas, anthéridies ou cellules polliniques, sporogone ou sac embryonnaire?

A. — Homogénie ou génération.

Toute génération, ou pour mieux dire tout engendrement, n'étant que la fusion de deux protoplasmes différents, *dans certaines limites*, par leur constitution, traiter de la génération du protoplasme serait vouloir faire l'histoire de la génération dans les deux Règnes de la nature; aussi comprendra-t-on que nous renvoyions pour les détails à ce qui sera dit à propos de la génération de chacun des groupes; toutefois, nous devons exposer ici quelques généra-

lités ayant trait à l'accomplissement de l'acte lui-même. C'est, en effet, en l'étudiant sur les protoplasmes réduits à eux-mêmes et débarrassés de toutes les complications organiques qui pouvaient masquer les phénomènes et en dérober la vue aux observateurs, qu'on peut en comprendre l'essence et le ramener à ce qu'il est véritablement, un simple mélange de substances organiques s'effectuant dans des conditions spéciales, d'autant plus compliquées et d'autant plus variées, d'autant plus *voulues* que l'être est lui-même plus élevé en organisation.

La rencontre et la fusion de deux masses protoplasmiques : tel est le fait matériel de toute fécondation. L'affinité détermine certainement le rapprochement et la combinaison ; le protoplasme mâle et le protoplasme femelle sont attirés l'un vers l'autre comme le sont le fluide électro-négatif et le fluide électro-positif, et de même se confondent pour former un corps neutre qui participe des propriétés des deux masses conjuguées. « La fécondation est une création; c'est la combinaison de deux éléments contraires qui s'attirent et se confondent par la copulation » [1]. Pour que la fusion ait lieu, il faut qu'entre les deux masses mises en présence il existe une certaine analogie de composition. De même que deux espèces de vin se mélangeront, de même que se mélangeront deux sortes d'huiles, de même aussi verra-t-on se mélanger deux protoplasmas analogues; mais, par contre, deux protoplasmas de nature différente refuseront de s'unir; on tenterait aussi inutilement de mélanger l'huile et le vin : la conjonction est impossible. Nous avons dit que les masses devaient être de composition analogue, mais nous n'avons pas dit de composition identique; les unions peuvent, en effet, se faire entre masses de nature analogue : on comprend, par exemple, que l'eau puisse se mélanger au vin parce que le vin n'est que de l'eau additionnée de matières particulières. L'identité des protoplasmes semble entraver leur *fusion* et cela se comprend, puisque la multiplication proprement dite est spécialement chargée de cette sorte de reproduction : s'il en était autrement, la génération serait une superfétation et n'aurait pas lieu d'exister. Toutefois il y a passage de l'un à l'autre, ce qui prouve que la génération n'est qu'une modalité de la reproduction.

La génération ne semble donc être qu'une simple modalité de la multiplication proprement dite, une adaptation provoquée par des nécessités nouvelles. Il est curieux de suivre les efforts que la

1. Raspail (F.-W.), *Nouv. syst. de physiol. végét.*, B. 1837, II, p. 229.

nature a faits pour arriver à la génération par sexes ou protoplasmes d'affinité génésiaque différente.

Les phytoblastes des cellules de certaines plantes, des *Œdogonium*, par exemple, parfois se multiplient par *rajeunissement :* dans ce cas on voit le protoplasma se condenser, se ramasser en boule, puis s'ouvrir, par gélification, une voie à l'extérieur et aller fonder une colonie nouvelle; on ne peut voir là qu'un simple phénomène de multiplication. Dans l'*Ulothrix seriata*, M. Cornu a vu le protoplasma d'une cellule se diviser en deux parties s'éloignant d'abord, pour gagner chacune une des extrémités, puis, après un certain temps, se rejoignant pour former une seule masse qui était appelée, elle aussi, à donner une nouvelle plante. Ce n'est certainement plus le rajeunissement; il y a eu, ici, quelque chose de nouveau, comme l'ébauche d'une fécondation. Dans certaines Algues, dites *conjuguées*, la complication commence, les deux masses sont contenues dans des cellules contiguës, et la cloison doit être détruite par la gélification pour que l'union des deux masses puisse s'opérer. Cette *conjugation* est bien une *fécondation*.

De la fécondation dans les ***Pleurocarpus*****,** ***Mougeotia*****,** ***Spirogyra*****,** ***Œdogonium*****,** ***Botrydium*****,** ***Sphœroplœa*****.**

B. — Hétérogénie ou Genèse.

Les blastèmes peuvent-ils se produire autrement que par fécondation, et, une fois produits, peuvent-ils s'organiser, donner des organismes et devenir, ainsi, le point de départ de séries végétales et animales n'ayant aucune ressemblance avec les blastèmes-parents, avec les sarcodes qui ont fourni les éléments de leur production? En un mot, peut-il y avoir hétérogénie ou plasmogonie? Nous avons vu cette question se poser pour les Schizomycètes et pour les Schizophycètes. Certains savants prétendent que sous l'influence des actions extérieures un protoplasme peut subir, dans sa nutrition, des modifications assez grandes pour l'amener à produire des *formes autres* que celles qu'il eût données dans des *conditions autres*. La puissance que nous avons reconnue à l'action des milieux nous a permis d'admettre qu'ils pouvaient modifier une race, voire même une espèce; pourquoi cette puissance serait-elle limitée, et par quoi serait-elle limitée? *A priori* donc, la théorie de l'hétérogenèse est défendable. Rien ne peut permettre de nier qu'un blastème ne puisse, étant repétri par les milieux, se modifier de manière à

donner naissance à des organismes autres que ceux qui, *vivants* ou *morts*, l'ont fourni. C'est la déduction logique des faits sur lesquels s'appuient et le transformisme et la doctrine de l'évolution.

a. — Hémiorganie.

Le blastème ou la glaire, l'*Urschleim* d'Oken, peut être, en effet, considérée comme la matière première, la substance plastique avec laquelle toute organisation est confectionnée par les agents impondérables : c'est la terre glaise du potier qui dans les mains de l'artiste devient « dieu ou cuvette », animal ou plante, et, parfois successivement, animal et plante. Cette théorie de l'hétérogénie et de la mutabilité des blastèmes semble nécessairement inadmissible à ceux qui ont limité leurs recherches physiologiques aux animaux supérieurs ou aux plantes les plus élevées en organisation. Une poule sort d'un œuf, et l'œuf vient de la poule, le cycle est complet; de même le Chêne sort du gland et le gland est produit par le Chêne. Mais il n'en est pas toujours ainsi, et, si la fonction de reproduction par sexes s'accentue à mesure que l'organisation se perfectionne, elle s'amoindrit lorsque, au contraire, les organismes deviennent moins parfaits, et, comme nous venons de le voir, elle finit par se confondre avec la multiplication ou avec le rajeunissement pur et simple du protoplasma. De ce que, chez l'homme, un membre détaché ne reproduit pas un homme, on ne se croit *plus* autorisé à nier la scissiparité du polype ; de même, on ne doit pas se croire autorisé à nier l'hétérogénie parce que rien de semblable ne se montre chez les êtres placés aux degrés supérieurs de l'échelle d'organisation. Il faut rechercher la vérité, car ceux qui se trompent le plus sont ceux qui, *à priori*, au nom de leur autorité propre ou de raisons métaphysiques, jugent les questions sans les entendre.

La matière organisable se montre partout où la vie s'ébauche ou se poursuit; jusqu'à la mort on la rencontre dans les organismes, et, après la mort, on la retrouve encore prête à servir à nouveau, soit après avoir été remaniée, soit même parfois directement; les modifications qui l'ont rendue impropre à la vie de l'individu qu'elle quitte la rendent éminemment propre à s'organiser en individus d'autre nature. Dans les animaux qui ne sont que des composés sarcodiques, nous avons vu se former et apparaître des organismes végétaux, des ferments figurés de toutes formes et de toute activité, les uns physiologiques, les autres pathologiques. S'il faut

en croire même M. R. Léwis, la transformation en microbes et le retour à la glaire se feraient successivement et se renouvelleraient autant de fois que les conditions des milieux viendraient à le commander. C'est ainsi que nous avons vu ce savant expliquer les apparitions et les disparitions des microbes de la fièvre intermittente, suivant les alternatives d'accès et d'apyréxie. Ces interprétations adoptées par la théorie hétérogénique sont corroborées par les observations de F.-A. Pouchet sur l'ovule spontané.

« Les microzoaires élevés qui naissent spontanément dans les infusions sont également produits par l'agencement des animalcules animés, puis devenus immobiles, qui composent la membrane proligère. Ce fait est aujourd'hui de toute évidence ; c'est encore à M. Pouchet que nous en devons la démonstration..... Il compléta sa découverte en prouvant que les microzoaires proviennent d'œufs résultant de la concentration des cadavres de la génération éphémère de Bactéries, de Monades, de Vibrions qui composent la membrane proligère. Au bout d'un temps très court, une pellicule régulièrement granulée change d'aspect ; de place en place et à des distances sensiblement égales, ces granules se concentrent en amas serrés, limités par une zone plus claire, transparente, et qui rappelle la *zona pellucida* de l'œuf ovarique des animaux supérieurs. Ces amas constituent les granules vitellins de l'œuf des microzoaires élevés...... Dans une troisième série de phénomènes, l'ovule spontané se délimite. Les granules, primitivement plus serrés au centre sous forme de noyau, se disséminent uniformément ; une membrane enveloppante, d'abord très mince, puis de plus en plus épaisse et quelquefois un peu colorée, succède à la simple zone blanchâtre qui circonscrivait l'œuf... Puis, le développement continuant, l'embryon apparaît [1]. »

Nous ne pouvons nous empêcher de comparer cette description de la genèse de l'œuf spontané avec celle donnée, page 355, de la production de cellules par les mycrozymas, et nous nous demandons ce qui différencie l'homogénie de M. Béchamp de l'hétérogénie de Pouchet.

MM. Balsamo-Crivelli et L. Maggi qui appellent *miéline* ce que nous avons désigné sous le nom de glaire, etc., la regardent comme le *substratum* de tout microphyte et, par conséquent, comme pouvant s'organiser et donner ce qu'ils appellent les *formes miéliniques*. Différentes entre elles, ces formes sont constantes dans chacune des

1. Pennetier (G.), *L'origine de la vie*, 1868, pag. 105.

infusions où elles se manifestent, ce qui prouve l'influence des milieux et permet de considérer ces formes comme des éléments morphologiques. Elles produisent des microphytes. Cette production peut toujours être regardée comme résultant de la transformation d'un élément morphologique caractéristique de l'infusion où elle a eu lieu; ou, en d'autres termes, la production d'un microphyte est due à un changement morphologique d'un corps constituant l'infusion. C'est ainsi que le *Vibrio Bacillus* et les Bactéries, dans les solutions que représentent les œufs de poule, seraient produits par la transformation morphologique des granules vitellins : les Vibrions par les granules gras, les Bactéries par les granules protéiques.

« Les cellules peuvent provenir d'une génération spontanée, d'après M. Robin; c'était le mode de formation admis par Schleiden. Dans ce cas, on verrait avant toute chose apparaître le noyau. Celui-ci se formerait spontanément dans un blastème, c'est-à-dire dans de la matière organisée vivante. Sur le noyau formé par genèse se déposerait un corps cellulaire, et la cellule serait ainsi constituée. On comprend, étant donnés les noyaux, que la matière intermédiaire se sépare en autant de masses qu'il y a de noyaux [1]. »

Dès 1840, Turpin avait tracé le tableau suivant des fonctions de la matière protoplasmique [2]. Ce tableau est curieux à mettre en regard des opinions que nous venons de rapporter.

« La matière organisable peut, suivant ses états successifs de développement ou d'âge et suivant les diverses formes qu'elle prend dans les tissus, être distinguée par des dénominations particulières.

« 1° On peut l'appeler *matière organisable*, tant que ses composants globulins ne sont pas encore sensibles au microscope actuel;

« 2° *Tissu amorphe* ou *globuliné*, au moment où les globules, d'abord invisibles, apparaissent au microscope après s'être accrus; amorphe ou sans forme ne s'applique ici qu'à l'association des globulins et non aux globules eux-mêmes;

« 3° *Tissu vésiculeux*, lorsque les globulins, en continuant de croître, se sont vésiculés de manière à offrir une masse de vésicules contiguës encore vides ou contenant déjà une génération nouvelle de globulins;

« 4° *Tissu filamenteux* ou *tubuleux*, lorsque les globulins, au lieu de se vésiculer, se filent et se tubulisent. »

1. Cadiat, *Cours d'histol.* in *Revue intern. sc.*, I, 1878, pag. 719.
2. Turpin, *Mém. Acad. des sc.*, XVII, 1840, pag. 171.

« Par le mot *pulpe*, on entend le tissu cellulaire charnu mou et aqueux du sarcocarpe ou du mésocarpe des fruits. Ce tissu cellulaire.... composé partout d'une simple agglomération de vésicules maternelles contiguës, toujours remplies de globulins plus ou moins développés, plus ou moins colorés;.... doués individuellement d'un centre vital particulier, il n'est pas étonnant que ces globulins, une fois libres et isolés de l'organisation composée et de la vie d'association du végétal, puissent, étant placés dans un milieu convenable, végéter, sous ces nouvelles influences, en mucédinée filamenteuse et articulée.... Ce sont ces globulins si ténus et par conséquent si transparents qui, lorsqu'on les abandonne dans leur eau sucrée, croissent, deviennent vésiculeux en produisant d'autres globulins dans leur intérieur, germent ensuite, végètent en filaments mucédinés, décomposent le sucre et sont la cause de tous les effets qui constituent ce qu'on appelle la *fermentation alcoolique*. » Ainsi donc, pour Turpin, l'auteur même de la formule vitaliste de la fermentation, les *Saccharomyces* ne seraient que des globulins accrus et ces globulins se crééraient spontanément. Il dit autre part :

« Si dans 380 grammes d'eau on met un blanc d'œuf battu et 60 grammes de sucre et qu'après avoir filtré la liqueur ainsi composée, on la verse dans un bocal bouché et surmonté d'un tube deux fois coudé à angle droit, de manière à permettre au gaz carbonique de se dégager à mesure qu'il doit se former, on finit par avoir, à la température de 30 à 35°, une fermentation vineuse assez prononcée et, en même temps, une production de levure qui, après le travail de fermentation, se précipite au fond du bocal sous l'aspect d'un sédiment ou d'une pâte d'un blanc fauve.... Le liquide est soulevé par l'acide carbonique; il se fait une *écume*. Au microscope, cette pellicule paraît formée de globulins fourmillants, jaunâtres, transparents, dont le diamètre n'est guère au-dessous de 1/600 de millimètre; de jour en jour, ils grossissent et finissent par atteindre le diamètre de 1/100 de millimètre qui est celui d'un globule de bière ou de lait avant la germination. On les voit alors germer et donner des *Leptomitus*. »

L'organisé étant le contraire de l'inorganisé et le figuré étant l'opposé de l'amorphe, il va de soi que plus l'organisation se perfectionne, moins la glaire reste apparente. Lors donc qu'on veut rechercher la glaire et étudier ses fonctions, il faut descendre vers les êtres les moins élevés en organisation. Faisons remarquer d'abord que si, dans les figures que nous avons reproduites fidèlement d'après les auteurs, nous ne trouvons pas, la plupart du temps,

d'indication de cette matière glaireuse, c'est que l'attention des savants était plus vivement sollicitée par le ferment figuré que par la glaire où il était plongé. C'est ainsi que les cellules du *Mycoderma vini* (fig. 48) sont noyées dans le mucus (fig. 99 bis). Cependant

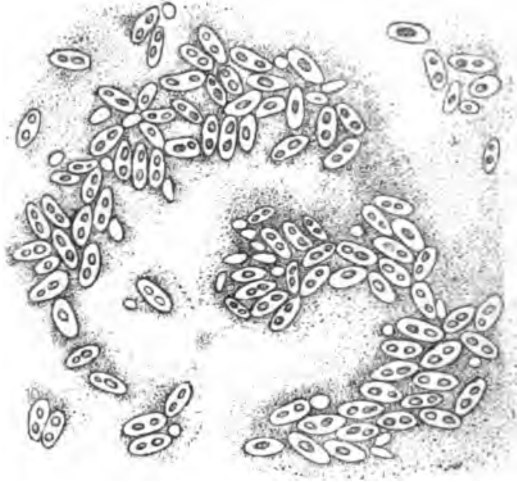


Fig. 99 bis. — *Mycoderma vini* DESM. d'après une photographie.

nous devons reconnaître que cette matière n'a pas échappé à ceux qui ont examiné les faits de plus près. C'est ce qu'on remarquera

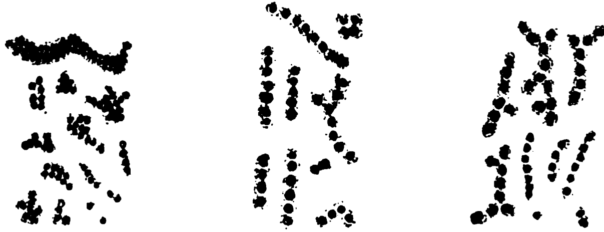


Fig. 100. — *Micrococcus vacciniæ*, COHN. Fig. 101. — *Micrococcus*...., d'après M. COHN. Fig. 102. — *Micrococcus*...

en jetant les yeux sur les figures 100, 101, 102. La raison de cet oubli c'est que l'on ignorait les fonctions de la substance glaireuse et qu'on n'avait pas encore compris que tout animal, aussi bien que végétal, sort de l'amorphe et que c'est la glaire qui est le point de départ de tout travail physiologique. Une simple piqûre, en quelque endroit que ce soit de notre corps, fait sourdre immédiatement la lymphe plastique réparatrice, et la moindre entaille faite à une

plante dans ses tissus vivants provoque l'écoulement d'une lymphe analogue dans ses caractères et dans ses fonctions. Entre l'amorphe qui forme à lui seul les êtres dont l'organisation est la plus rudimentaire, comme les amibes par exemple, et les organisés supérieurs, il y a toutes les transitions, dans l'un comme dans l'autre Règne. L'organisation, au reste, est commandée par les milieux. On comprend fort bien comment les végétaux qui vivent à l'air condensent leurs membranes cellulosiques et s'en forment un revêtement cuticulaire, et comment, par contre, les végétaux aquatiques ramollisent leur surface extérieure. Dans le premier cas, la zone vivante productrice, génératrice, la zone à blastème, à glaire ou à miéline est réfugiée entre le bois et l'écorce, où elle reçoit l'humidité du sol et la conserve, par suite de la cuticularisation de l'épiderme extérieur. Dans les plantes aquatiques, les *Fucus* par exemple, la couche qui vit, celle où s'opèrent les échanges, la zone à blastème, la zone à miéline, etc., c'est la couche externe.

Ce sera donc chez les végétaux inférieurs aquatiques, que nous irons chercher les glaires les plus apparentes. Toutes les Algues en sont amplement fournies, même celles qui, comme les Corallinées, ont pris l'habitude de construire leurs cellules protectrices avec des carbonates de chaux. Mais certaines semblent n'être que mucilage, comme le *Mœsogloia* ou les *Batrachospermum*, ainsi nommés de ce qu'ils ressemblent à du frai de grenouille. Les Nostochs sont des colonies de filaments qui vivent dans la glaire; de même, les Volvocinées, les Pandorinées, beaucoup de Diatomées et de Desmidiées. Les *Hœmatococcus* (fig. 28, n° 1) ont leur matière rouge suspendue au milieu d'un globe de protoplasme hyalin à travers lequel passent les deux cils nageurs; les *Protococcus*, les Oscillaires sont enveloppés aussi d'une zone analogue, mais moins épaisse et moins visible. Elle existe alors qu'elle n'est pas perçue, et l'on s'aperçoit de son existence à certaines particularités physiologiques; c'est ainsi que l'on est arrivé à la constater, chez certaines Diatomées et chez certains *Oscillaria*, en examinant le mécanisme des mouvements.

Cette glaire se retrouve chez nos protorganisés; nous l'avons vue englober le *Saccharomyces cerevisiœ;* c'est elle qui forme une sorte de tube autour des *Bacillus anthracis*, qui, en s'étirant, produit les cils dont il est armé. Les zooglæa en sont complètement formés d'abord, fig. 63, 75, 86, 103; puis les microbes s'y montrent, semblent l'absorber en s'en enveloppant pour s'étirer en filaments (fig. 100, 109), s'arrondir en sphérules (fig. 105, 106) ou s'allonger en bâton-

nets (fig. 107), se contourner en spirales (fig. 108) et, en fin de compte, deviennent libres à l'état de *Micrococcus* (fig. 79), *Bacillus*

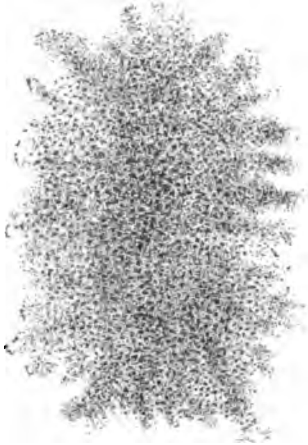


Fig. 103. — Zooglæa, début de l'*Hygrocrocis arsenicus*.

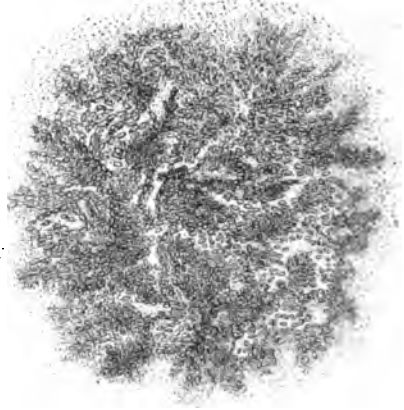


Fig. 104. — *Mycoderma aceti* Desm., d'après une photographie.

(fig. 80), *Bacterium* (fig. 74, 86), *Vibrio* (fig. 82) ou *Spirillum* (fig. 87). Ces zooglæa se forment dans toutes les infusions et dans les solutions

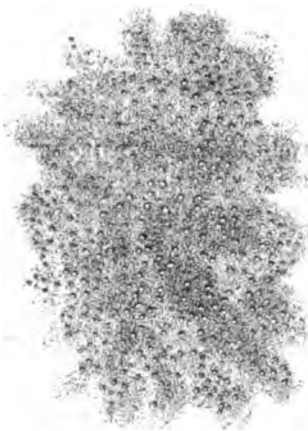


Fig. 105. — Zooglæa de *Micrococcus fulvus* passant à l'état d'essaim.

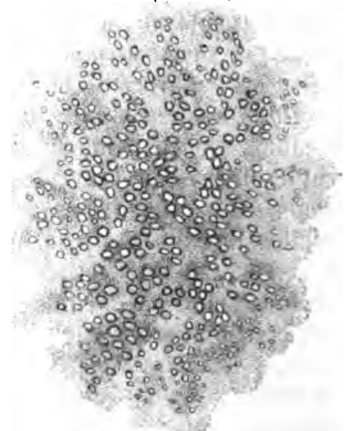


Fig. 106. — Zooglæa de *Micrococcus ...ureæ?* passant à l'état d'essaim.

minérales contenant des matières organiques en décomposition; ils ont été constatés dans l'huile par M. Van Tieghem; ce sont de semblables productions qui forment les nuages que nous avons cons-

tatés comme étant les débuts des *Hygrocrocis;* elles forment les *mycoderma* de la mère du vinaigre (fig. 104). Dans la bouche, elles constituent une partie des enduits de la langue, et on les retrouve dans les liquides intestinaux servant de liaison aux tubes de *Leptothrix buccalis*. Dans certains cas, ils se produisent dans le sang, comme l'a vu M. Detmers ; peut-être sont-ce ces zooglæa qui forment



Fig. 107. — Zooglæa de *Bacterium lineola*, d'après M. COHN.



Fig. 108. — Zooglæa de *Spirillum tenue*, d'après M. COHN.

les embolies qui arrêtent la circulation ; l'urine contient souvent des glaires où s'ébauchent des *Microzyma*, puis des *Micrococcus*, même à l'état de santé (fig. 106). Le développement et l'apparition des microbes sont toujours précédés d'une production de glaire, soit qu'il s'agisse d'une reproduction par germe, soit qu'on ait affaire à une production hétérogénique. Dans le premier cas, le germe a apporté avec lui la zone glaireuse ; dans le second, la zone s'est formée à l'aide des milieux, directement et sans autre déterminisme que la « propriété organisatrice » de la matière organique en décomposition.

La constance de la production de la *glaire* semble n'avoir pas échappé à l'attention des observateurs ; mais la question de son rôle a été résolue en sens différents. Les uns, et ce sont les plus nombreux (ceux qui ont été les derniers à comprendre que le protoplasme est la matière végétale par excellence, comme elle est la base de la matière animale), les uns, disons-nous, ont déclaré que la glaire était une gelée de décomposition et qu'on devait la placer à côté des mucilages de la graine de lin, de psyllium ou de pépins de coings : ce n'est, pour eux, qu'une décomposition de l'amidon, un produit de mort. Ils appuient leur opinion sur des observations qui montrent ces mucilages, ces géloses produites sur les Algues marines par l'action de l'eau douce. D'autres croient que ces glaires

sont les sécrétions ou, même, les excrétions des phytoblastes. D'autres, enfin, prétendent, au contraire, que c'est la matière première, le blastème qui donne naissance aux organismes figurés qu'on voit s'y former plus tard. C'est l'opinion de M. Baudrimont citée plus haut (page 315); c'est également, au moins pour quelques cas, celle de M. Pasteur. En parlant du prétendu microbe rabique, M. Pasteur dit : « Chacun de ces petits articles est entouré pour un certain foyer d'une sorte d'auréole qui correspond peut-être à une matière propre. Sans doute, en donnant une position convenable à la lentille de l'objectif du microscope, on peut ordinairement voir se dessiner autour des organismes de la taille de celui dont nous parlons une plage un peu lumineuse; c'est un effet de diffraction. Mais, dans le cas actuel, il semble vraiment que l'auréole soit produite par une substance muqueuse, une sorte de gangue au sein de laquelle se formerait peut-être le petit organisme par un procédé analogue à celui qui donne naissance aux corpuscules de la pébrine des vers à soie. »

Aucune de ces suppositions ne doit être regardée comme absolue. L'analyse chimique, en démontrant une grande quantité de principes divers unis à de la matière organique et, dans certains cas, à ce que l'on a nommé *gélose* (page 425) qui n'est qu'un hydrate de carbone, rend plausible chacune d'elles. En fait, la glaire est du protoplasme, s'organisant, comme tout protoplasme, pour donner naissance à des êtres figurés qui, même en se séparant de la colonie, gardent autour d'eux une enveloppe plasmatique, plus ou moins développée suivant les espèces, et dont la fonction est de mettre le phytoblaste inclus en communication avec les milieux. Cette zone d'échange contient donc et les éléments d'assimilation et les éléments de désassimilation; car elle reçoit, en même temps, les aliments venus du dehors et les sécrétions ou excrétions venues du dedans. Au moment de la mort, la gelée protoplasmique se mélange à celle qui est fournie par la décomposition et qui est plus franchement amyloïde, surtout lorsqu'elle provient de la gélification de celluloses.

Ces glaires sont bien plus nombreuses qu'on serait tenté de le supposer, parce que leur habitat les dérobe le plus souvent à notre observation; mais, si peu qu'on veuille y porter attention, on finit par les trouver dans toutes les eaux : il n'est pas de sources, de cours d'eau, rivières ou fleuves, il n'est pas de mares où l'on ne les rencontre sous une forme ou sous une autre, et l'on ne peut s'empêcher de les comparer à ces singulières productions terrestres que nous avons nommées Myxomycètes; comme elles, glaireuses à leur

début, elles prennent, peu à peu, des formes animales ou végétales variant suivant les milieux qui les ont fournies.

Il serait intéressant d'étudier toutes ces matières protoplasmiques dans leurs rapports avec l'état de pureté des eaux où elles se forment; mais les éléments de cette étude manquent encore. Partant de ce fait que ces zooglæa varient avec la composition des eaux dans lesquelles ils se forment et donnent naissance à des organismes variables comme eux, il ne paraît pas impossible d'espérer qu'on arrivera à pouvoir, d'après l'inspection de la flore et de la faune microscopique des eaux, se prononcer sur leur valeur relative et sur leur degré de pureté. Cela a déjà été tenté par M. Neuville, qui a essayé de classer les eaux de Paris en prenant pour base de sa classification l'étude des productions microscopiques qu'elles contiennent. Une telle recherche pourrait bien être tentée avec fruit pour les eaux minérales. « Les glairines des sources minérales ne diffèrent des matières glaireuses ou muqueuses des eaux douces que par les espèces d'Algues ou d'animaux qui les composent, et leur composition à cet égard varie d'une source minérale à l'autre avec sa température et autres conditions qui influent sur le développement des êtres organisés. »

Glairine des eaux sulfureuses : Luchonine, Daxine, Saint-Sauverine, Barégine. Des *Sulfuraria* et des *Crenothrix*.

Si l'on en excepte le caractère que présentent les filaments confervoïdes de ces productions de ne pas se ramifier, on remarquera

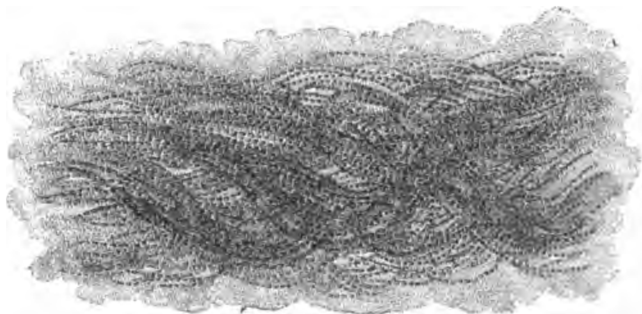


Fig. 109. — Zooglœa de l'*Hygrocrocis* de la maladie dite : graisse des vins.

que l'organisation s'effectue d'après les mêmes règles que celle des *Hygrocrocis* (pl. I et fig. 109) et des Schizophycètes (pag. 298). Mais le développement ne s'arrête pas toujours là. Dans bien des cas, la glairine se colore, et alors on retrouve les phénomènes que nous

avons indiqués à propos des Schizophycètes chromogènes (pag. 241). On peut, d'après M. Bouis, dire d'une manière générale que les eaux naissant sulfureuses à des températures supérieures à + 50° et + 55° ont leurs formations glaireuses pourvues d'une couleur rougeâtre d'autant plus intense que la température est plus élevée. Le soufre se dépose à l'intérieur des tubes, comme nous l'avons indiqué pour les *Beggiatoa*.

Les filaments passent à la couleur verte, c'est-à-dire prennent des corpuscules chlorophylliens dès qu'on s'éloigne du griffon ; les eaux deviennent plus pures et apparaissent, dès lors, avec des caractères particuliers qui permettent de les ranger dans les Algues vertes ou dans les Schyzophytes de M. Cohn (voir pag. 239). Tant que les filaments sont restés blanchâtres, hyalins, ou bien jaunâtres, rougeâtres, bruns ou noirs, on les regarde comme des Sulfuraires, et ils appartiennent aux protorganisés protophytes. « Les Sulfuraires, pour se produire, exigent quatre choses : 1° une température audessous de + 50°, 2° un courant d'eau froide, 3° le contact de l'air, 4° la présence d'un principe sulfureux. L'abondance des Sulfuraires ne prouve donc pas nécessairement la richesse d'une source, mais seulement que les quatre conditions exigées sont parfaitement remplies. »

De la glairine des eaux de Vichy. Cfr. Baudrimont (E.), Petit (Ch.).

Ces glaires sont-elles mobiles à la façon des glaires des Myxomycètes et des autres blastèmes nus et libres? En général, on ne semble pas l'avoir constaté ; toutefois Dujardin a affirmé que les *Sulfuraria* de certaines glaires étaient animées de mouvements plus actifs que les *Oscillaria*. De plus, M. Greeff a trouvé dans les eaux douces une glaire mobile, qu'il a nommée *Pelomyxa*, qui ressemble beaucoup aux *Bathybius* des eaux salées. Au reste, que ces glaires soient mobiles ou immobiles, cela n'infirme ni ne confirme leur nature protoplasmatique et sarcodaire, car les anthérozoïdes des Floridées, auxquels nul ne refuse la qualité d'être des protoplasmes nus, sont des globules de plasma dépourvus de toute mobilité.

L'ooze est la glairine des eaux salées ; c'est elle qui donne naissance aux microphytes et aux microzoaires des océans ; on la rencontre au fond des mers, et elle est remplie de coquilles de *Globigérinées*, *Diatomées* et autres microbes. Elle est le zooglæa des mers, comme les glairines sont les zooglæa des eaux minérales et des eaux douces, comme les Myxomycètes sont les zooglæa des terres

émergées. Si l'ooze n'était découverte, on devrait la rechercher, car il eût été invraisemblable qu'elle n'existât pas. Pourtant, on en a nié l'existence, peut-être parce que l'on a voulu voir en elle un protiste, un être défini, et qu'on l'a baptisé du nom de *Bathybius*. Quoi qu'il en soit, cette ooze a déjà fourni aux zoologistes qui l'ont étudiée, outre le *Bathybius Hæckelii* (fig. 110), le *Protamœba primitiva*,

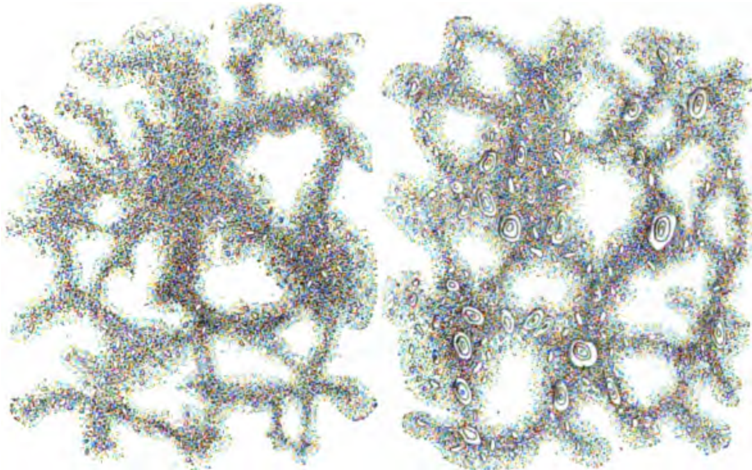


Fig. 110. — *Bathybius Haeckelii*, d'après Haeckel.

le *Protobathybius*, le *Protomyxa aurantiaca*, et certainement on ne s'arrêtera pas là.

Rien ne s'oppose donc à l'existence de l'ooze, si ce n'est la prévention scientifique : nous dirons plus, l'analogie amène à la reconnaître indispensable comme substance sarcodique marine phytozoogène. C'est bien la matière de vie des immenses espaces des océans qui, suivant les conditions extérieures de température, d'électricité ou de mouvement des eaux, gagne le fond des mers, où elle se précipite sous forme de gelée, ou bien se réduit en particules infinitésimales et remonte ainsi plus ou moins près de la surface. Il semble, même, hors de doute que ce soient ces particules qui, par les chaudes nuits d'été, produisent le phénomène de la phosphorescence de la mer et illuminent tous les corps auxquels elles s'attachent. Tantôt libres, elles jaillissent avec la poussière liquide en flots de diamants sous la rame qui les soulève, sur la pierre où la vague se brise, ou encore autour du navire, derrière lequel elles tracent un long sillon de lumière; tantôt prisonnières, introduites par les animaux marins dans leurs cavités intérieures, elles les

éclairent et en font, lorsqu'ils sont transparents, comme les Noctiluques ou les Méduses, des sortes de lanternes vivantes sous-marines, qui promènent à travers les flots des lueurs irisées qu'active leur respiration.

Mais, a-t-on objecté, le *Bathybius* ou ooze ne peut être une matière organique, puisque M. Mœbius a pu le fabriquer de toutes pièces avec des matières inorganiques (voy. 64)!

Et qu'est-ce qui prouve qu'il n'en est pas de même de toutes les glaires, des glairines ou zoogènes? Pourquoi ces matières de vie ne se feraient-elles pas directement avec les matériaux des milieux cosmiques? N'est-il pas prouvé que tous les éléments de leur rénovation et de leur évolution n'ont pas d'autre source? pourquoi n'en tireraient-elles pas leurs éléments d'apparition, de genèse; dans les deux cas, les principes à mettre en œuvre sont les mêmes, les forces agissantes sont les mêmes, les produits sont les mêmes; que faut-il de plus pour prouver l'identité des deux actes? qu'y a-t-il d'illogique, la rénovation des sarcodes étant démontrée, d'en reconnaître la création? Pourtant, par création, on n'entend pas prétendre que la matière se forme de rien : « *Nullam rem à nihilo gigni divinitus unquam*; » l'on veut simplement dire qu'elle transforme des matériaux inorganiques préexistants en une série de combinaisons chimiques déterminées par les seules forces naturelles qui régissent notre *globe*. C'est l'autogonie de M. Haeckel; elle réduit les phénomènes vitaux à leur plus simple expression : à une *combinaison chimique*.

N'est-ce pas cette simplicité qui effraye certains esprits qui ne peuvent vivre sans faire intervenir des forces extra-naturelles et métaphysiques? On le croirait, aux efforts qu'ils font pour trouver des explications dont le seul tort est de ne rien pouvoir expliquer. Aussi ne devons-nous pas nous étonner de voir intervenir la panspermie, avec toutes ses excentricités. Les germes des glairines sont dans l'air! mais on ne peut les y montrer?... c'est qu'alors ils sont dans les eaux, ils sont apportés du centre de la terre, où les spores sont en réserve, enfermées qu'elles ont été par des cataclysmes antérieurs... On n'assiste qu'à une résurrection de spores! A l'observation que ces spores ont à supporter des températures très fortes intérieures, que fait supposer la thermalité des eaux, on répond que les fortes températures ne font qu'activer leur germination; toutefois, la constatation de l'absence de ces spores au griffon, à la sortie de la source, où naturellement elles devraient être en plus grand nombre, ne laisse pas que d'infirmer la théorie de l'ensemencement

par germes préhistoriques et antédiluviens. De plus avisés en concluent que les spores ne sortent pas toutes préparées des entrailles de la terre, mais bien seulement la matière organique organisable.

b. — Spontéparisme, protogénie, autogonie.

L'hypothèse précédente, qui explique l'origine des êtres par l'hétérogénie, va plus loin que la théorie ovipariste; toutefois, elle ne satisfait pas complètement l'esprit, car elle ramène tout à une matière organique préexistante, dont elle n'explique pas la formation. En vain la déguise-t-on, cette matière, en la disant dissoute dans les liquides et en la faisant sortir de la terre : on ne répond pas au problème posé sur son origine première. Mais qu'on suppose que les éléments en dissolution dans les liquides, au lieu d'être liés entre eux antérieurement (*a principio*) par une « force vitale métaphysique », sont d'abord étrangers les uns aux autres et ne se combinent que lorsque les conditions extérieures les y forcent, ou le leur permettent, et l'on se trouvera en face des propositions défendues par l'autogonie.

« La matière organisée peut-elle naître spontanément de la matière inorganique sous sa forme la plus simple ? Tel est le problème que soulève la doctrine de la génération spontanée. Il n'existe de preuves absolument positives ni dans un sens ni dans l'autre. Les organismes, Champignons, Infusoires, sur lesquels porte toujours la discussion, sont déjà assez élevés en organisation ; ils ont la forme cellulaire bien définie. Or la vie étant compatible avec un degré d'organisation plus simple, c'est sur ces organismes, qui n'ont qu'une constitution cellulaire incomplète, que devrait porter la discussion. »

Il est peut-être difficile de faire admettre, à la plupart de nos savants, que la matière organique apparaît à chaque instant autour de nous par autogonie, qu'elle s'organise et vit ensuite pendant des temps qui varient avec les conditions qu'elle rencontre; mais tous s'accordent à reconnaître qu'elle a dû faire, au moins une fois, son apparition à la surface de notre planète par genèse spontanée. Cette création première doit être expliquée, et c'est quand elle le sera, et, alors seulement, que l'on aura le droit de soutenir et de démontrer que les éléments matériels ont perdu leurs propriétés d'autrefois et de dire que les forces ont usé leur puissance d'impulsion. Jusque-là, il paraît assez juste que l'ignorance se taise.

Il ne nous reste donc plus qu'à chercher comment la première création organique a pu se faire. Deux points sont à examiner :

1° comment la matière organique a-t-elle pu se produire, 2° comment a-t-elle pu prendre vie.

1° *Comment la matière organique a-t-elle pu se produire ?*

« Toute matière organique existant en ce moment à la surface du sol a été dérivée de la matière minérale ; longtemps avant l'apparition d'êtres organisés, des composés organiques ont pu se former. » Les combinaisons requises pour produire ce résultat sont simples :

« Quelle est la composition chimique du sarcode ? une combinaison des éléments minéraux $C^nH^mO^xAz^y + Ph, S$. C'est une substance azotée quaternaire, plus du soufre et du phosphore. Cette combinaison ne varie pas dans son essence ; mais elle varie à l'infini dans les rapports de ses éléments ; ce sont ces différences qui entraînent les variations de forme et de nature. On conçoit que celles-ci doivent être innombrables, si l'on songe, d'un côté, à la variété des combinaisons chimiques qui peuvent se former, et, d'un autre, si l'on se rappelle que l'azote a pour caractère essentiel l'*indifférence*, ce qui le rend plus propre que tous les autres à des modifications variées. Ces considérations montrent, déjà, que les éléments se prêtent assez d'eux-mêmes à l'apparition des substances azotées, quaternaires. On entrevoit que ces combinaisons peuvent se faire même facilement. »

D'après M. Méhay, lorsqu'on expose à l'air un mélange d'acétate, de nitrate et de phosphate de soude en solution aqueuse, il y a, au bout d'un certain temps, dégagement d'azote et, dans la masse, on trouve du carbonate de soude et une matière *glaireuse* inflammable. M. Méhay suppose que ces transformations sont dues à la présence du phosphate de soude ; il dit que ce phénomène rappelle la fermentation, mais qu'il y a là une fermentation due *uniquement* à des réactions chimiques.

Dans l'expérience de M. Méhay se trouvaient réunis tous les éléments qui entrent dans la composition d'une matière organique. Il n'est donc pas étonnant qu'elle se soit produite. On peut procéder autrement. Nous avons admis que la nutrition ou rénovation des blastèmes se faisait par la seule action de l'ammoniaque sur un hydrate de carbone. La création a-t-elle pu se faire, elle aussi, par la réaction de l'ammoniaque sur les principes amylacés ? M. Wurtz [1] a trouvé que des aldéhydes peuvent prendre naissance par la réduction incomplète de l'acide carbonique et de l'eau ; puis, que certaines

1. Wurtz (A.), *Évolut. des mat. organiques dans le Règne végétal*, in *Rev. scient.*, 2 sér., III, pag. 508.

d'entre elles, sous l'action de l'ammoniaque, donnaient naissance à de la matière azotée. Le même chimiste a vu, en outre, qu'en chauffant de la glycose avec des nitrates, ceux-ci se réduisaient et donnaient des composés azotés. M. Gautier dit, de son côté[1] : « On peut penser que, sous l'influence des rayons solaires, les hydrates de carbone réagissent sur les nitrates et probablement aussi sur les sulfates qu'ils puisent dans le sol, les réduisent et s'unissent à de l'ammoniaque et aux sulfures qui en résultent pour former les diverses matières albuminoïdes. » M. Berthelot, en soumettant de la cellulose, de la dextrine humide à l'action de l'air, sous l'influence d'une forte tension électrique continue, a obtenu la combinaison de l'azote avec ces substances hydrocarbonées.

Dans ces divers cas, on suppose l'existence des hydrates de carbone ; pour que la démonstration soit complète, il faudrait que ces matières pussent être créées.

M. Schützenberger est arrivé à produire un véritable hydrate de carbone défini, avec des matières minérales; et, cela, par un procédé analogue à celui qu'emploient les végétaux, car il consiste essentiellement dans la mise en liberté du carbone en présence de l'eau.

« La matière organique, si complexe qu'elle soit, n'est autre chose que le résultat de la combinaison d'éléments empruntés au milieu inorganique ; les composés ternaires, les *glycogènes*, les *graisses* ou les *substances albuminoïdes*, ne sont que le produit de l'association chimique d'éléments minéraux : le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le phosphore, le soufre, le fer et les sels alcalins dissous dans l'eau. Un grand nombre de ces synthèses ont été réalisées artificiellement par la chimie moderne... M. Wöhler a produit de toutes pièces de l'urée ; M. Berthelot, de la glycose, de l'acide oxalique, de l'acide formique, de l'alcool, des éthers, des corps gras; M. Smée, de la fibrine, de la chondrine; enfin M. Wurtz, en 1867, a présenté à l'Académie des sciences de la névrine artificielle. »

On entrevoit donc comment la matière organique a pu apparaître à la surface de la terre. C'est ce que nous avons essayé de rendre par le schéma que nous avons donné à la page 67.

Existe-t-il une distinction entre les produits organiques artificiels et les composés formés sous l'influence des êtres vivants ? Dyssymétrie moléculaire : PASTEUR ; SCHÜTZENBERGER ; JUNGFLEISCH.

1. Gauthier (A.), *Chimie appliquée à la physiologie*, I, 257.

2° *La matière formée spontanément a-t-elle pu prendre vie? qui lui a communiqué la force de vivre, la « force vitale », les « propriétés vitales », etc., etc.?*

« Il n'y a point de *propriétés vitales*, mais *seulement des propriétés physiques*, donnant lieu à des phénomènes vitaux qui sont des complexus spéciaux de propriétés physiques. L'explication des propriétés vitales par des interprétations *physico-chimiques* est le but que se propose la physiologie actuelle. » (Claude-Bernard.)

« Tout phénomène vital a un déterminisme rigoureux, et jamais ce déterminisme ne saurait être autre chose qu'un déterminisme physico-chimique. La force vitale, *la vie appartient au monde métaphysique* et non au monde phénoménal; son existence est une nécessité de l'esprit, mais nous ne pouvons nous en servir que subjectivement. Il faut donc séparer le monde métaphysique du monde physique phénoménal qui lui sert de base, mais qui n'a rien à lui emprunter, et conclure en paraphrasant le mot de Leibnitz : « *Tout se fait dans le corps vivant comme s'il n'y avait pas de forces vitales.* » (Claude Bernard.)

« Il faut bannir la vie de toutes les explications relatives à la chimie. » (Berthelot).

« Dans mon opinion, il n'existe pas de matières organiques, c'est-à-dire que je vois seulement dans les êtres organisés des appareils d'un effet lent, agissant sur des matières naissantes et produisant des actions inorganiques très diverses avec un petit nombre d'éléments. » (Dumas.)

« Les activités propres des éléments histologiques qu'on appelle *propriétés* vitales dérivent par voie de transformation de réactions physico-chimiques accomplies dans les profondeurs de l'économie; toutes ces *activités* ou *propriétés* ont un caractère de spécialité qui leur est communiqué par la spécialité de composition et de texture des éléments histologiques eux-mêmes. » (Gavarret.)

C'est dans les phénomènes physico-chimiques qu'il faut chercher l'explication de la vie! « Un corps vivant est un foyer chimique où, à tous moments, ont lieu un apport de molécules nouvelles et un départ de molécules anciennes. Les combinaisons n'y sont jamais fixes, mais toujours *in nisu*, d'où mouvement continuel et chaleur » (Blainville).

L'inertie de la matière est un contresens (voy. pag. 56); jamais la matière n'est à l'état de repos. Les molécules qui composent un corps, aussi bien que les atomes qui forment les molécules, sont constamment à l'état de mouvement. Ces particules tendent à se

lancer dans l'espace avec une force qui varie suivant la nature propre à chacune d'elles : c'est ce qu'on nomme leur *énergie cinétique*. Mais elles ne satisfont pas cette tendance, qui annihilerait bientôt notre globe ; elles sont enchaînées par une force qu'on nomme la pesanteur et qui les retient, malgré elles, à proximité les unes des autres. La lutte s'établit. Obligés de se mouvoir dans un faible espace, atomes et molécules se heurtent sans cesse les uns contre les autres et produisent de la chaleur, transformation de la force cinétique domptée, car rien ne se perd dans la nature, ni la matière ni la force. La pesanteur devient affinité et cohésion, pendant que la force cinétique se transforme de son côté en lumière ou électricité, et la lutte continue sous de nouvelles formes en rapport avec la complexité des corps formés, et, ainsi, l'on passe de l'inorganique à l'organique, puis à l'organisé. La matière se nommait tout à l'heure : atome et molécule, et les forces en présence : énergie cinétique et pesanteur ; maintenant la matière se nomme animal et plante, les forces sont chaleur, électricité, lumière, affinité, cohésion, et l'ensemble des phénomènes se nomme la *Vie*, dont le corollaire est la *Mort*.

S'il nous était permis de voir au microscope, par exemple, ces atomes d'hydrogène dont il faudrait, au dire de M. Maxwell, deux millions bout à bout pour égaler un millimètre, si nous pouvions suivre leurs mouvements, dont la vitesse a été évaluée de 1844 mètres à la seconde par M. Clausius ; s'il nous était possible de les voir fuir ou rechercher, suivant les conditions, les atomes d'oxygène avec lesquels ils forment de l'eau ou toute autre molécule ; si ensuite il nous était donné de compter les pulsations vibratoires de ces molécules, c'est-à-dire le nombre des ondulations qu'ils communiquent à l'éther en une seconde, et si nous arrivions au chiffre de cinq mille millions indiqué pour M. Maxwell, il semble que la vie des atomes et des molécules ne serait plus mise en doute. Jusqu'à ce que les microscopes soient assez perfectionnés pour rendre les atomes ou les molécules apparentes, ou jusqu'à ce qu'on sache les voir, l'on ne pourra s'appuyer que sur les déductions tirées de la considération des phénomènes physico-chimiques.

Et pourtant nous sommes sur la voie. Sous les plus forts grossissements du microscope, on voit de petits corps palpiter, trépider, rouler, tourner sur eux-mêmes, s'élancer, s'arrêter, se retourner, s'approcher les uns des autres, se fuir ou se rechercher. Nous sommes tentés d'en faire de minuscules Schizophycètes et de leur concéder les mêmes privilèges. Mais on nous arrête : corps inorganisés, nous dit-on, *mouvements browniens !* Eh bien, ces mouvements,

pourquoi ne seraient-ils pas de même nature que les autres, ou inversement les autres de même nature que ceux-ci?

« M. Stanley Jevons a observé que les mouvements browniens sont modifiés, accélérés, ralentis ou même tout à fait arrêtés par une foule d'agents physiques qui exercent des effets analogues sur les mouvements de la matière vivante. M. Jevons a constaté que ce sont les particules suspendues dans l'eau pure qui offrent les mouvements browniens les plus rapides. La chaleur diminue ces mouvements, tandis que le froid les accélère; l'acide sulfurique et les acides minéraux les arrêtent promptement; un millionième d'acide sulfureux, versé dans le liquide contenant des particules agitées de mouvements browniens, suffit pour rendre ces particules immobiles et déterminer leur chute au fond du vase. L'iodure et le chlorure de potassium, les alcalis caustiques, les sels métalliques sont aussi des agents modérateurs du mouvement brownien, mais à un moindre degré. » (J.-L. de Lanessan.)

L'affinité ou la cohésion sont en lutte perpétuelle avec les agents chaleur, électricité, lumière, qui sont, sans doute, trois états de la même force. La vie de l'inorganisé est le résultat de cette lutte, qui se termine toujours par la décombinaison de l'inorganisé, c'est-à-dire sa mort comme individualité, et par la recombinaison des éléments en des individualités nouvelles.

Si la combinaison est de la matière organique, les actions sont plus multipliées, les mouvements plus actifs et la vie plus courte, l'usure plus grande; la séparation des éléments s'opère de la même façon.

Arrive-t-on à la matière organisée, la complexité augmente encore, les échanges s'établissent avec des caractères nouveaux, l'affinité et la cohésion font l'assimilation et la nutrition, pendant qu'en sens inverse apparaissent les phénomènes de désassimilation. La lutte s'établit sur un champ plus vaste, et les phénomènes plus apparents sont dits phénomènes vitaux, pendant que l'ensemble des forces est désigné par le nom de « force vitale ».

Que la matière organisée se perfectionne encore, que les divisions du travail s'opèrent, que les molécules de même ordre et de même fonction s'unissent pour faire des organes et les organes des appareils, et, en même temps, avec la complexité anatomique, augmentera la complexité fonctionnelle; c'est alors que les phénomènes, devenus incompréhensibles pour ceux qui ne les ont pas analysés, seront désignés sous le nom de VIE.

Au fond, il n'y a que des phénomènes physico-chimiques, que des mouvements d'atomes et de molécules commandés par une force, la chaleur, ou par ses dérivés.

« La chaleur apparaît partout comme compagne inséparable et comme manifestation extérieure de tout travail organique. Partout où se trouve la matière organisée vivante, le protoplasma, même chez les végétaux, même dans un organe à l'état de repos, d'inactivité apparente, un travail s'accomplit : il se développe de la chaleur. Ce travail, celui de la nutrition, qui est la condition première de la vie et dont l'acte le plus essentiel est l'absorption d'oxygène, les tissus mêmes qui ne produisent pas de mouvements, mais fabriquent les substances organiques, l'accomplissent.

« La chaleur, émanée du soleil, source de tout le mouvement de notre monde, la chaleur, agent essentiel de la transformation de la matière inorganique en matière organique, de synthèse des éléments minéraux en principes organiques, agent probable de la synthèse primordiale du protoplasma, est la forme de mouvement qui se trouve au début et à la fin de la vie et la caractérise pendant toute sa durée. Les rapports avec les mouvements organiques sont les mêmes qu'avec les mouvements cosmiques, et cela suffirait à montrer l'identité de nature et d'origine des uns des autres.

« Les mouvements organiques ne sont qu'un mode de manifestation plus complexe et plus parfait des mouvements cosmiques, de même que les substances organiques ne représentent que des combinaisons plus complexes et plus élevées des éléments minéraux, de même que les formes et les modes d'activité de tous les éléments vivants dérivent du protoplasme et de ses propriétés essentielles...

« Transformation des éléments minéraux en principes organiques, transformation des mouvements cosmiques en mouvements organiques plus complexes, transformation du protoplasma en éléments organisés, associations de plus en plus complexes de ces individualités élémentaires en organismes de plus en plus parfaits : telles sont les bases fondamentales de la *loi du progrès par l'évolution*, qui régit la vie des éléments et des organismes, comme elle régit celle des sociétés humaines. » (Rouget Ch.)

C'est ainsi qu'un rayon de soleil fait vibrer tous les protoplasmes du globe, c'est ainsi qu'un nuage qui le voile produit un obscurcissement qui a son contre-coup jusque sur nos pensées!...

RÉSUMÉ

L'étude des zymases ou ferments solubles des animaux et des végétaux nous avait amenés à ne voir dans les phénomènes vitaux qu'elles accomplissent que des phénomènes chimiques, que des actions de contact effectuées sous l'impulsion de forces physiques. La « force vitale » des savants n'apparaissait plus, dans ces cas, que comme une force physico-chimique particulière, dont les perfectionnements étaient corrélatifs des perfectionnements anatomiques; nous arrivions même à en imiter les productions avec les simples appareils de nos laboratoires. De telle sorte qu'on passait de la zymase, matière de vie, à la matière minérale inorganisée et même inorganique. Les zymases seraient-elles donc des substances spéciales, des protoplasmes faisant exception? C'est ce que nous avons recherché dans ce dernier chapitre, et nous avons vu que tous les blastèmes : zoogènes ou phytogènes, voire même phytozoogènes, se comportaient comme les zymases, que tous se ramenaient à la *glaire*, et que cette glaire, matière organique, se formait soit par multiplication de celle existant déjà, soit par création spontanée. Aussi :

Considérant que la matière organique retournant incessamment à l'état inorganique, sans que pour cela sa quantité diminue, il est prouvé, par cela même, qu'elle se reforme au fur et à mesure qu'elle se détruit ;

Considérant que cette formation de matière nouvelle se faisant par emprunt aux inorganiques sous l'influence des agents extérieurs, il est, par cela même, prouvé que les milieux jouent le rôle capital dans cette production ;

Considérant que la matière organique première s'étant

faite par la seule action de ces mêmes milieux, et que rien ne montrant que ces milieux aient perdu leur faculté créatrice, il est, par ce fait, admissible qu'ils l'ont conservée;

Considérant, en outre, que les actes de création de matériaux d'entretien étant les mêmes que ceux qu'on invoque pour les créations nouvelles, et qu'il est aussi impossible d'expliquer la cause première des uns que la cause première des autres, il semble que ces deux phénomènes ne font qu'un;

Il nous paraît juste d'admettre : 1° que la création a continué à se produire d'une façon non interrompue; 2° que « la *genèse spontanée* ne paraît être, comme nous l'avons dit ailleurs [1], qu'une MODALITÉ de la genèse; » 3° que chacun pourrait la constater à chaque instant s'il n'était trop préoccupé de vouloir qu'elle n'ait pas lieu.

De telle sorte qu'il nous semble :

1° Que les OVIPARISTES ont raison de prétendre que les ferments figurés ou leurs germes *pouvant* se trouver dans les *circumfusa*, l'air, les eaux, les objets qui nous entourent, peuvent, par conséquent, accidentellement devenir des *causes* de certaines fermentations chimiques ou pathologiques quand ils rencontrent les milieux préparés et favorables à leur développement;

2° Que les HÉMI-ORGANICIENS ont raison de prétendre que ces fermentations *par germes ensemencés* sont fortuites, exceptionnelles, peut-être, et que souvent les microbes naissent de matières hémi-organisées douées de la « force vitale », évoluant et s'organisant en ferments figurés sous l'influence de l'action des milieux;

3° Que les HÉTÉROGÉNISTES ont raison de croire que les

1. Marchand (L.), *Des classifications et des méthodes en botanique*, in *Mém. Soc. Linnéenne de Maine-et-Loire*, 1865, pag. 105.

matières douées de ce qu'on est accoutumé d'appeler « force vitale » s'organisent avec des matières organiques par l'influence de l'action des milieux.

4° Que les AUTOGÉNISTES ont des raisons plausibles pour admettre que cette matière organique peut se produire directement, spontanément, avec les éléments inorganiques, par l'action des agents impondérables sur les milieux pondérables.

Aucune de ces hypothèses, ainsi conçues, ne s'exclut; au contraire, elles se complètent; adoptées dans leur ensemble, elles expliquent les faits dont nous sommes témoins chaque jour. Mais il faut que chacune d'elles renonce à régner d'une façon absolue et se résigne à son rôle réel. Ainsi nous aurons des fermentations chimiques, physiologiques ou pathologiques s'expliquant tantôt par l'ensemencement, tantôt par l'organisation des hémiorganisés, tantôt par la production directe, dans des sols fermentescibles convenables, de pseudorganisés s'organisant et passant ensuite à l'état figuré. Ainsi l'on comprendra l'apparition fortuite des levures, des levains, des microbes de fermentations et de maladies. Ainsi, enfin, on mettra d'accord la théorie parasitaire, ses contagions et ses ensemensements divers, avec la théorie zymogénique et ses productions spontanées. Et, si l'on en arrive là, la médecine, aidée de la clinique, de la chimie, de l'histoire naturelle, pourra efficacement prendre ses précautions hygiéniques, tout en préparant son arsenal thérapeutique.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'étude des Protophytes-figurés nous a conduits d'une part à les rattacher aux groupes supérieurs de végétaux, les Schizomycètes passant aux Champignons et les Schizophycètes se rattachant nettement aux Algues; d'autre part, nous avons dû reconnaître que leur structure était trop complexe pour nous permettre de bien comprendre les phénomènes physiologiques dont l'accomplissement régulier constituait leur Vie. Composés, en effet, d'une membrane cellulosique, sorte de filtre placé entre deux couches de matière amorphe, l'une contenue et l'autre enveloppante, nous avons dû, en face des opinions contradictoires émises par les savants, nous demander quel était le rôle de chacune de ces parties. L'enveloppe cellulosique qui leur donne leur forme et qui devrait leur assurer une spécificité d'action ne nous ayant semblé en aucune façon remplir ces *desiderata*, et les phénomènes de fermentation, tant physiologiques que pathologiques, s'opérant en son absence et avec des matières non figurées, nous avons ainsi été conduits à l'étude des Pseudorganisés.

C'est dans ces matières, regardées par beaucoup de physiologistes comme étant d'ordre chimique et, par là, comme privées de la « force vitale », que nous avons trouvé, au

contraire, les substances vivantes par excellence. Ce sont elles qui sont le *primum movens* de tout être, à quelque Règne qu'il appartienne. Au reste, un examen approfondi nous a démontré que les expressions amorphes et solubles, qui sont des mots vides de sens dans leur acception absolue, étaient de plus, pour les cas particuliers qui nous occupaient, le plus souvent complètement fausses. Les amorphes, en effet, nous ont montré des particules granuleuses qui rappellent les formes les plus réduites étudiées avec les protophytes figurés. Ce qui nous a conduit à admettre que les amorphes étaient les plasmas aux dépens desquels se forment les microbes de toute nature, participant ainsi des qualités des matières dont ils provenaient, mais les exagérant par le fait même d'un commencement d'organisation. Cette façon de comprendre les choses nous a permis : 1° de réduire de beaucoup les prétentions de la panspermie, 2° d'expliquer la contagion et les immunités ; 3° enfin de comprendre les faits de vaccination par les *virus atténués*, c'est-à-dire par l'inoculation des virus dépossédés de leurs microbes et réduits à la portion amorphe, c'est-à-dire ramenés aux microzymes les plus fins, aux granulations moléculaires les plus infinitésimales. La simplicité des phénomènes physiologiques nous a facilité leur interprétation ; nous les avons tous ramenés à des actions physico-chimiques, et nous avons conclu que tous les phénomènes vitaux, quels qu'ils soient, s'expliquaient par des combinaisons chimiques déterminées, dirigées et réglées par des agents d'ordre physique.

Ces conclusions avaient besoin d'être appuyées; il nous fallait montrer que les propriétés que nous avions trouvées chez les ferments amorphes ou zymases n'étaient autres que celles des blastèmes : glaires, sarcode des animaux, protoplasma des végétaux, qui ne sont que des variétés d'un même

composé quaternaire. Cette étude, faite pour contrôler les précédentes, est arrivée à les confirmer en tous points et en particulier à préciser le rôle des agents cosmiques et celui des milieux dans la rénovation et la création des protoplasmes. Il nous a fallu, arrivés là, étudier la question si débattue des générations spontanées, tant au point de vue des hétérogénistes, qui exigent qu'une matière organique vivante ou morte préexiste, qu'au point de vue des autogénistes, qui font sortir la matière organique directement des éléments inorganiques minéraux. Nous nous sommes posés la question suivante : La création de matière organisée persiste-t-elle, ou bien est-elle suspendue? Jusqu'ici, ni l'une ni l'autre de ces propositions n'est prouvée, car d'une part, en admettant le panspermisme le plus exagéré et le plus fantaisiste, on n'arrive qu'à doter de la faculté de reproduction certains microbes nouveaux, mais on ne prouve pas l'impossibilité d'une production directe; et, d'autre part, nul n'est arrivé à démontrer d'une façon positive la formation intégrale de la matière organique *organisable*. En cet état de choses, on doit se garder de toute affirmation, et, tout en prenant parti pour ou contre l'une et l'autre de ces hypothèses, on doit respecter l'opinion opposée. C'est en cette disposition d'esprit que nous croyons pouvoir formuler notre opinion à ce sujet de la façon suivante :

Il nous semble que, s'il est prouvé nettement que, dans certains cas, il y a transmission indéniable de *germes figurés* provenant de protophytes *figurés* comme eux, il est loin d'être démontré que cette transmission soit la condition *sine qua non* de toute production; c'est ce qui nous a fait dire que la panspermie (ainsi définie) doit réduire ses prétentions. Mais il nous paraît que si, par contre, on veut désigner aussi, par ce mot de *germe*, les particules amor-

phes, les corpuscules protoplasmatiques des hémiorganisés ou des blastèmes, et surtout les molécules élémentaires qui forment la matière spontanée des autogénistes, la théorie du panspermisme prend des proportions considérables, qui justifient ses prétentions actuelles. De telle sorte que c'est sur ce terrain que l'entente doit se faire entre les savants qui ont débattu des hypothèses, contradictoires en apparence, concordantes en réalité, et, ce qui prouverait que nous sommes dans la vérité, c'est que, avec l'interprétation que nous donnons, tous les faits sont facilement expliqués.

Nous admettons, et tout le monde admet avec nous, que les atomes de S, C, I, H, O, Cl, Az, Ph, etc., mobiles (voir pag. 69), mais dirigés par les forces impondérables (voir pag. 78), se fuient ou se recherchent, et que dans ce dernier cas peuvent se former des molécules d'eau ou hydrogène oxydé HO, d'hydrogène carboné HC, d'hydrogène sulfuré HS, d'hydrogène phosphoré HPh, etc. Nous admettons, et personne ne nous contredit, que ces molécules, plus mobiles encore que les atomes qui les forment, se séparent ou se soudent suivant leurs humeurs ou leurs sympathies, et que, dans ce dernier cas, elles arrivent à donner des particules qui seront, par exemple, des amidons $C^n H^m O^x$ ou des ammoniaques $H^m O^x Az^y$, ou autres, agitées de mouvements qualifiés de browniens (voy. pag. 447). Nous ne nous expliquons pas pour quelle raison on n'admet pas, avec nous, que les particules précédentes peuvent se combiner pour faire $C^n H^m O^x Az^y + Ph, S$, c'est-à-dire la matière de vie, sarcode ou protoplasme doué de mouvements qui ne sont autres que la résultante de ceux des atomes, molécules et particules. Nous arrivons ainsi (voy. schéma pag. 67) au composé vital, et nous expliquons comment la matière organique s'est faite par autogénie et se fait chaque jour.

Toutefois, s'il est certain que tel ait été, dans les débuts de l'apparition de la matière organique ou glaire primordiale, le mode de génèse universellement répandu et, sans aucun doute, le seul usité; si, comme corollaire, on est porté à admettre que tous les êtres actuellement existants sont descendus de ces glaires spontanément formées et sont devenus tels qu'ils se présentent à nous par évolution et par sélections successives, il faut reconnaître que, pour les temps présents, l'autogénie a tellement perdu de son importance qu'elle est reniée par beaucoup. Cette décadence est dans les lois de la nature : de même qu'on voit des êtres plus perfectionnés remplacer les plantes ou les animaux des premiers âges du monde, de même voit-on l'autogénie céder le pas à la génération par engendrement. Le perfectionnement, l'*évolution*, ont limité la puissance de production fortuite spontanée, sans cependant l'anéantir; l'autogonie crée, mais ses œuvres ne résistent pas : beaucoup des organismes ainsi formés sont éphémères; fabriqués sans cesse, ils apparaissent pour essayer de vivre, mais ils retournent à la matière et sont comme rejetés au creuset pour servir à nouveau; c'est qu'ils ne trouvent pas dans les milieux les conditions physico-chimiques de leurs développements ultérieurs; ils sont condamnés à rester *petits*, *inférieurs* en organisation. Ils ne peuvent trouver à s'imposer au milieu des autres êtres; ébauches d'organisés, ils font leurs efforts pour s'élever, le *polymorphisme* en est la preuve, mais ces efforts sont vains : ils restent à l'état de protorganisés ; c'est grand hasard quand quelques-uns arrivent à se faire classer dans les derniers casiers de l'un des deux Règnes (voir pl. I [1]).

1. Les fig. 2 à 10 de la Pl. I, représentent des portions d'*Hygrocrocis arsenicus* à des états successifs de développement, qui se rencontrent souvent isolément et pourraient être pris pour des espèces différentes de microbes, *zoo-*

Dans la lutte pour la vie, ils succombent souvent devant les êtres qui, formés avant eux, occupent la place et qui la défendent.

Ceux-là se sont, aux temps reculés, trouvés exposés aussi à bien des difficultés ; mais, ayant rencontré des conditions plus favorables et surtout ayant formé de ces associations de zooblastes ou de phytoblastes auxquelles nous avons fait allusion plus haut (voy. pag. 332), ils sont parvenus à créer des *individualités* complexes, qui se perpétuent dans le temps et dans l'espace, les membres de l'association se prêtant un concours mutuel pour vivre et périssant ensemble (voy. pag. 331, 347). L'individualité, chose complexe, se reproduit identique à elle-même par la multiplication, qui n'est que la continuation de l'individu, ou par la génération, qui est son rajeunissement et son perfectionnement évolutif. La glaire amorphe, point de départ de la colonie appelée à vivre, tient ses propriétés de deux protoplasmes générateurs. Forcée de repasser par les phases qui l'ont amenée à l'état qu'elle présente, elle accomplit ces phénomènes dans des conditions exceptionnellement favorables, préparées par les parents. Ce *polymorphisme*, qui a été si long à s'imposer, se retrace en peu de temps pendant la période embryogénique. La création d'une individualité est donc la somme d'efforts longs et réitérés des forces physico-chimiques, et la durée de ces efforts peut se juger d'après le perfectionnement acquis. Aussi, s'il est permis d'admettre que des êtres simples et rudimentaires puissent apparaître spontanément, il n'est pas possible de prétendre qu'il puisse en être de même pour des individualités un peu élevées en organisation.

glœa, *Microzyma*, *Micrococcus*, *Leptothrix*, etc., si l'on ne parvenait à rétablir la continuité, comme cela est représenté dans la figure 1. En remontant de bas en haut, on a tous les passages de l'amorphe au figuré.

C'est ce qui nous a fait dire avec F.-V. Raspail :

« La nature ne saurait donc créer aujourd'hui, à l'instant où je parle, une seule des formes compliquées de l'organisation, s'il est établi que chacune de ces formes est la somme d'une succession infinie d'imperceptibles modifications; l'opinion contraire serait contradictoire dans les termes. La même chose ne saurait se faire avec des éléments différents; s'il faut la progression de myriades de générations pour arriver à ce terme de gradation organisée, il est absurde de penser que ce terme se manifeste en un jour au début de la progression. »

FIN DU PREMIER VOLUME

CLASSIFICATION

Que tous les protorganisés aient la lymphe ou la glaire comme point de départ, et, peut-être, comme point de retour; que tous les ferments figurés ne soient que des états d'un même type, ou de plusieurs, décidés par l'action des agents extérieurs sur les milieux fermentescibles, ou bien qu'ils ne soient que des arrêts de développement de végétaux qui prennent, lorsque les conditions sont favorables, des formes que nous rencontrerons plus tard en montant l'échelle des êtres, c'est affaire de physiologie. Le classificateur, sans se désintéresser des questions philosophiques telles que celle de la genèse, de l'évolution, de la sélection et du transformisme, tient à classer toutes les formes qu'il découvre; il veut leur trouver une place, et il les regarde comme autonomes. Il a plus de tendance à diviser les types qu'à les rapprocher; c'est même cet émiettement qui, forçant à une étude plus approfondie, provoque, par réaction, des rapprochements ultérieurs.

En ce qui concerne les protorganisés-protophytes on en est encore à la période d'émiettement, car c'est à peine si l'on entrevoit la liaison que les diverses formes observées peuvent avoir les unes avec les autres. On est obligé d'accepter chaque type comme distinct et autonome; essayer

une fusion serait, pour l'instant, embrouiller la question et non l'élucider; il manque trop de chaînons pour qu'on puisse espérer une classification naturelle. De plus, il semble bien établi, pour les protophytes dont on a pu constater le polymorphisme, que les phénomènes qui se produisent dans les milieux sont en rapport de connexion plutôt avec les formes diverses de ces êtres qu'avec leur nature et le type même du végétal. Pour toutes ces raisons, il nous semble sage de ne nous attacher, pour l'instant, qu'au classement des formes.

Nous les acceptons telles que les auteurs les ont présentées et avec les noms qu'ils leur ont imposés; nous ne voulons, en aucune façon, intervenir dans ces questions encore trop obscures; nous nous contentons de ranger les genres dans l'ordre qui nous paraît le plus logique.

I. — AMORPHES.

Matières semi-liquides, organisables : glaires, lymphes, blastèmes, zymases, miélines, *Urschleim*, sarcodes, protoplasmes, matières de vie, composés vitaux, etc. Mélanges, en proportions variables, suivant l'âge et les conditions extérieures, de substances hyalines fondamentales et de grains très fins, premières tentatives de figuration, composés de la matière première par sélection et concrétion de quelques-uns de ses principes. Ces grains sont les globulins de Turpin, les *microzyma* de M. Béchamp, les corpuscules brillants de M. Pasteur, les leucites des botanistes, les cystoblastions, etc., etc. Poussières vivantes phytozoogènes, elles deviennent le point de départ de ce qui sera figuré, et, par là, elles sont les *germes* de tout. On peut distinguer suivant l'habitat :

1° Les Oozes, qui sont les phytozoogènes des océans;

2° Les Glairines, qui sont les phytozoogènes des eaux douces, des eaux minérales, des liquides pharmaceutiques, etc.;

3° Les Myxoamibes, qui sont les phytozoogènes des terres émergées;

4° On ne connaît pas les glaires de l'air et des brouillards; elles doivent exister cependant. Si l'air est encombré de microbes, à plus forte raison y doit-on trouver les poussières protoplasmatiques qui, dans certaines circonstances, dans les brouillards par exemple, peuvent se diluer.

Ces amorphes se présentent sous des états plus ou moins concrets ou diffluents. Parfois, ces matières organisables semblent se fondre dans les liquides, d'où il faut les précipiter par des moyens chimiques; parfois, par contre, elles se rassemblent à la surface sous la forme de *voiles* ou *pellicules;* dans bien des cas, elles se montrent en *flocons* plus ou moins submergés : ce sont les *zooglæa*, les *Bathybius*, les *Pelomyxa*, sont les *zooglæa* des Oozes; la *Barégine*, la *Luchonine*, sont ceux des eaux minérales; les *nuages* sont ceux des liquides médicamenteux et des boissons fermentées; enfin, les *plasmodies* sont les *zooglæa* des myxoamibes.

Cette première condensation a grande tendance à la figuration, et l'on voit les êtres s'y dessiner. On passe aux :

II. — PROTOPHYTES FIGURÉS.

Ce sont des globules ou vésicules sphériques, ovoïdes, plus ou moins allongés, ou, encore, des bâtonnets ou des cylindres. Suivant la consommation qui a été faite de la glaire initiale, ces corps peuvent rester isolés et former des *essaims* qui se dispersent, ou rester groupés. Dans ce cas, la multiplication aidant, il se forme des masses tendant irrégulièrement dans toutes les directions, ou s'ajoutant dans une seule pour former soit des *Leptomitus* ou des *Leptothrix*, si les anneaux sont des cylindres réguliers, soit des *Torula* si les anneaux sont moniliformes, en chapelets, en chaînettes.

Ces formes initiales, suivies dans leur développement et dans leur enchaînement, nous conduisent, sans qu'on puisse le prévoir à l'avance, soit à des types de Champignons (pl. I), soit à des types d'Algues ; c'est ce qui nous les a fait diviser en : 1° Protorganisés-figurés-Champignons : *Schizomycètes;* 2° en Protorganisés-figurés-Algues : *Schizophycètes.*

A. — Schizomycètes.

Ils nous font passer insensiblement au groupe des Champignons, dont ils ne semblent être que des arrêts de développement; mais, comme il est impossible à première vue de distinguer le type supérieur, il nous faut les regarder comme autonomes. Nous les diviserons en :

I. **Saccharomycées.** — Schizomycètes, globuleux plus ou moins sphériques ou ovoïdes, se reproduisant par bourgeonnement (fig. 49, 50, 51, 52), enkystement ou sporulation (fig. 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59).

a. *La glaire initiale peut se conserver*........ *Mycoderma* Desm. (pro parte) [fig. 47, 48, 99].

b. *La glaire disparaît et laisse les cellules libres :*

1° Les cellules sont globuleuses, sphériques ou ovoïdes, colorées ou non, mesurant de 1 μ à 12 μ, vivant séparées (fig. 37), ou réunies par suite de la rapide prolifération (fig. 34, 36), qui se fait *par tous les points* à la fois.. *Saccharomyces* Mey. [fig. 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 61, et 111, 112].

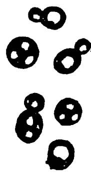


Fig. 111. — *Saccharomyces glutinis* Cohn. Ferment chromogène de la colle de pâte, d'après M. Cohn 1.



Fig. 112. — *Saccharomyces niger. Fermentum nigrum* Bouch., de la lie de vin.

1. Toutes les figures du fascicule 2 ont été ramenées à la même échelle, afin de permettre la comparaison des différents microbes. Le grossissement

2° Les cellules sont elliptiques, apiculées, en forme de citron, le bourgeonnement *ne se fait qu'aux deux pôles* (fig. 35) ; la sporulation, toute spéciale (fig. 60), rapproche ce ferment des Champignons-Ascomycètes. — *Carpozyma* Eng. (fig. 35, 60).

II. **Oïdiées.** — Filamenteux, tubulés ; filaments, hyphes ou *hypha*, plus au moins longs, cylindriques, réguliers ou étranglés, ramifiés ou non, se divisant par scissiparité et donnant au moment de l'enkystement ou sporulation des spores, qui, suivant les circonstances, peuvent ou former des chapelets sur toute leur longueur *(Torula)* ou n'en donner qu'à leurs extrémités, formant ce qu'on nomme des conidies (*Oïdium*).

a. La glaire initiale persiste. Ces Schizomycètes sont, souvent, des parasites endophytes.

1° Vivant dans les liquides ; les filaments sont mous, flexueux, ramifiés.................................. *Hygrocrocis* Auct. (pro parte), [pl. 1 et fig. 109, 113].

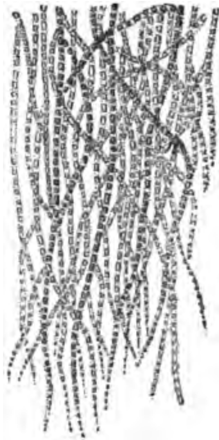


Fig. 113. — *Hygrocrocis* du vin amer.

2° Vivant dans les matières intestinales ; filaments flexibles.. *Moulinia* Ch. Rob.

3° Vivant dans les liquides de l'économie animale :

† Filaments articulés rameux..................... *Leptomitus* Auct. (pro parte).

†† Filaments simples rigides.................... *Leptothrix* Auct. (pro parte).

est 600 diamètres ; seules les figures 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 et 59 ont été amplifiées, à tort, et triplées de ce qu'elles devraient être pour rester comparables aux autres.

b. La glaire disparait de bonne heure; les filaments ou hyphes se feutrent en un tissu plus ou moins serré; tous ces Schizomycètes sont des ectophytes.

1° Tous les filaments peuvent évoluer en filaments sporifères, et prennent la forme de chapelets...........	***Trichophyton* Malms.**
2° Certains filaments seuls sont chargés de donner des spores; les autres, simplement végétatifs forment un *substratum*. Les filaments sporifères :	
† N'affectent pas de disposition déterminée :	
. Les filaments végétatifs forment une cupule à l'*intérieur* de laquelle se produisent les spores.	***Achorion* Remk.**
. . Les filaments végétatifs forment une couche à l'*extérieur* de laquelle se produisent les spores.	***Microsporon* Grub., *Trichosis* Salisb. (fig. 46 et 114).**

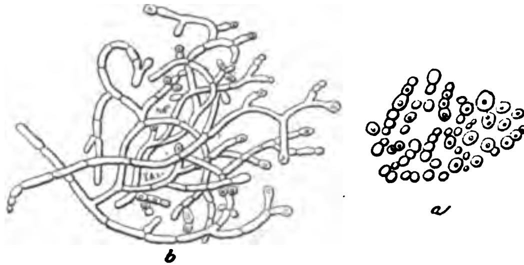


Fig. 114. — *Trichosis Caninis* Salisb., d'après M. Salisbury.

†† Il y a commencement de division du travail; seuls certains filaments, ou même certaines portions de filaments sont chargés de l'enkystement du *protoplasma* ou fabrication de spores. Les spores sont dites des *conidies* :	
. Les conidies solitaires à l'extrémité des filaments ramifiés...........................	***Botrytis* Micheli.**
. . Les conidies sont rassemblées en chapelets à l'extrémité des filaments simples.........	***Oïdium* Linck.**
. . . Les conidies sont rassemblées en chapelets qui rayonnent autour d'un réceptacle renflé.	***Aspergillus* Corda.**
. . . . Les conidies sont portées par des filaments ramifiés régulièrement et forment une espèce de pinceau...............................	***Penicillium* Linck. (pl. 1, nos 2, 3, et fig. 45).**

Insensiblement, nous voici encore arrivés aux Champignons; le *Carpozyma* nous avait conduits aux types dans lesquels la formation des spores se fait à l'intérieur d'une cellule (endosporés); ici, nous avons ceux où la production se fait à l'extérieur (ectosporés). Et que l'on ne nous dise pas que ces rapports sont forcés, car le *Sac-*

charomyces albicans était, il y a quelques années, l'*Oïdium albicans*, et il n'y a qu'à jeter les yeux sur la figure 43 pour comprendre quelles raisons il avait pour cela. D'autre part, il n'y a qu'à considérer la figure 32, qui représente la *Saccharomyces Pastorianus,* pour sentir la parenté qu'il peut avoir avec les Mucédinées.

B. — Schizophycètes.

Ces protorganisés nous font passer aux Algues, dont ils ne semblent être le plus souvent que des modifications commandées par les circonstances extérieures.

I. **Bactériées.** — Ce sont des cellules plus ou moins sphériques, parfois cylindriques, qui naissent dans la glaire (fig. 86, 105).

a. *La glaire initiale peut se conserver; les zooglæa se multiplient en se serrant les uns contre les autres*............ *Ascococcus* Billr. (fig. 63, 75).

b. *La glaire initiale se résorbe; les protophytes passent à l'état d'essaims et peu à peu deviennent libres. Souvent munis de cils.*

1° Les cellules sont arrondies ou à peu près:

† Petites, mesurant ordinairement moins d'un μ... *Micrococcus* Hall. (fig. 61, 64, 79, 86, 89, 100, 101, 102).

†† Plus grosses, rappelant les levures par leur taille, mobiles, munies de cils:

. Arrondies ou ovoïdes...................... *Monas* Ehrb. (fig. 66, 76, 77).

. . Plus allongées, presque cylindriques....... *Rhabdomonas* Cohn, (fig. 67, 68, 69).

. . . Contournées en hélice.................. *Ophidomonas* Ehrb. fig. 67, 68).

. . . . Contournées et aplaties............... *Spiromonas* Warm.

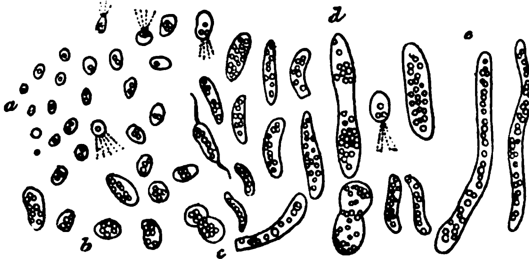


Fig. 115. — *Bacterium sulfuratum* Warmg., d'après M. Warming.

††† Petites et plus ou moins cylindriques......... *Bacterium* Duj. (fig. 74, 81).

c. La glaire se résorbe encore; mais, au lieu de passer à l'état d'essaims, les cellules se rapprochent, se feutrent en membrane ébauche de tissus.

1° Les cellules sont cubiques et se rangent comme un damier.. *Merismopedia* MEY., = *Sarcina* GOODS. (fig. 70 et 116).

2° Les cellules sont arrondies, plus ou moins ovoïdes et même cylindriques; se disposent irrégulièrement à la surface des corps.............................. *Clathrocystis* HENF. = *Cohnia* WINT. (fig. 92).

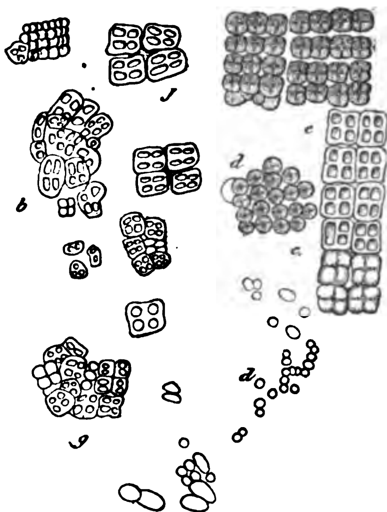


Fig. 116. — *Merismopedia ventriculi* HENF., = *Sarcina ventriculi* GOODS., d'après M. Robin.

II. **Bacillées**. — Les cellules sont allongées et s'étirent en filaments plus ou moins raides, ou ondulés, réguliers ou moniliformes.

a. La glaire persiste, et les filaments y restent plongés pendant toute leur vie. Elles sont en colonies.

1° Les colonies se disposent en lames plus ou moins épaisses.. *Mycoderma* DESM. (pro parte)[fig. 104].

2° Les colonies se disposent en masses flottantes, résistantes à la périphérie :

† Les filaments sont cylindriques .... *Myconostoc* COHN, (fig. 117).

†† Les filaments sont moniliformes.............. *Leuconostoc* VAN TIEGH.

3° Les colonies forment des masses flottantes, diffluentes dans les liquides..................................	*Hygrocrocis* AUCT. (pro parte).
† Filaments à fausses ramifications...............	*Cladothrix* COHN,
†† Filaments réellement ramifiés :	
. Minces et longs, ondulés régulièrement........	*Leptomitus* (pro parte), *Sulfuraria* KUTZ.
. . Minces et longs, spiralés aux extrémités......	*Streptothrix* COHN, (fig. 118).
††† Filaments non ramifiés :	
. Gros et longs :	
* des eaux sulfureuses..	*Beggiatoa* TREV. (fig. 78). *Sulfuraria* AUCT. (pro parte).
** des eaux ferrugineuses....................	*Crenothrix* COHN, *Sulfuraria* AUCT. (pro parte).
. . Minces et longs....	*Leptothrix* AUCT. (pro parte).

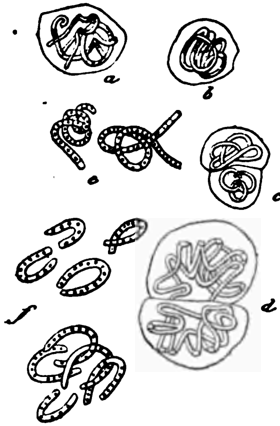


Fig. 117. — *Myconostoc gregarium* COHN, d'après M. Cohn.

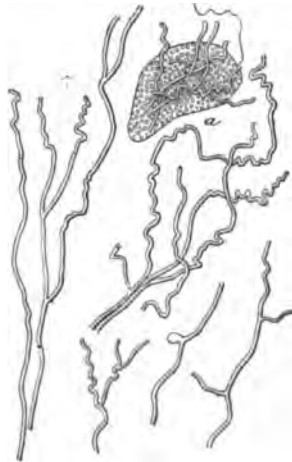


Fig. 118. — *Streptothrix Foersteri* COHN, d'après M. Cohn.

b. La glaire se résorbe, et les filaments, d'abord pris dans les zooglæa (fig. 107, 108), *deviennent des esaims et, plus tard, sont mis en liberté.*

1° Filaments non articulés, minces, en baguettes assez courtes	*Bacillus* COHN (fig. 65, 71, 72, 80, 84, 85, 98).

2° **Filaments articulés :**	
† Cylindriques :	
. Longs, flexibles, à mouvements ondulatoires...	*Spirochœte* Cohn, (fig. 87).
. . Courts, raides, mobiles, ondulés.............	*Vibrio* Ehrb. (fig. 82).
. . . Courts, raides, mobiles, spiralés............	*Spirillum* Ehrb. (fig. 108, 119.)
†† Moniliformes..................................	*Torula* (pro parte), = *Streptococcus* Cohn.

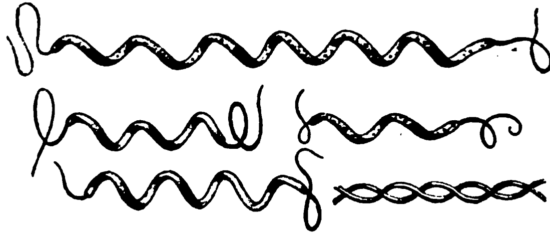


Fig. 119. — *Spirillum volutans* Ehrb., d'après M. Cohn.

Tous ces Schizophycètes trouveront leurs correspondants dans le groupe des Algues inférieures; elles n'en diffèrent en effet que par l'absence de chlorophylle. On ne peut donc s'empêcher d'accepter le passage de ces microbes au groupe des Algues.

NON CLASSÉS

Les protophytes que nous avons rangés dans les tableaux qui précèdent ne sont pas les seuls qu'on ait signalés; bien d'autres ont été annoncés, et l'on est à la veille de voir s'accumuler non pas seulement de nouveaux types, ce qui serait un progrès, mais aussi de nouvelles illusions d'optique, ce qui sera un grand mal. Pour l'instant, laissant de côté les rêveries de certains micrographes, nous n'appellerons l'attention que sur quelques genres dont la complication a empêché le classement.

1° *Zymostosis* Salisb. (fig. 94, 95), qui, pour l'auteur, semble être caractérisé par la réunion de *Micrococcus* et de filaments noueux ou cylindriques.

2° *Crypta* SALISB. (fig. 83, 90). On y trouve aussi des *Micrococcus* et des filaments noueux ou cylindriques; mais ici ils sont ondulés.

3° *Byolysis* SALISB. C'est en vain que nous cherchons, en comparant les figures précédentes avec la figure 88, ce qui

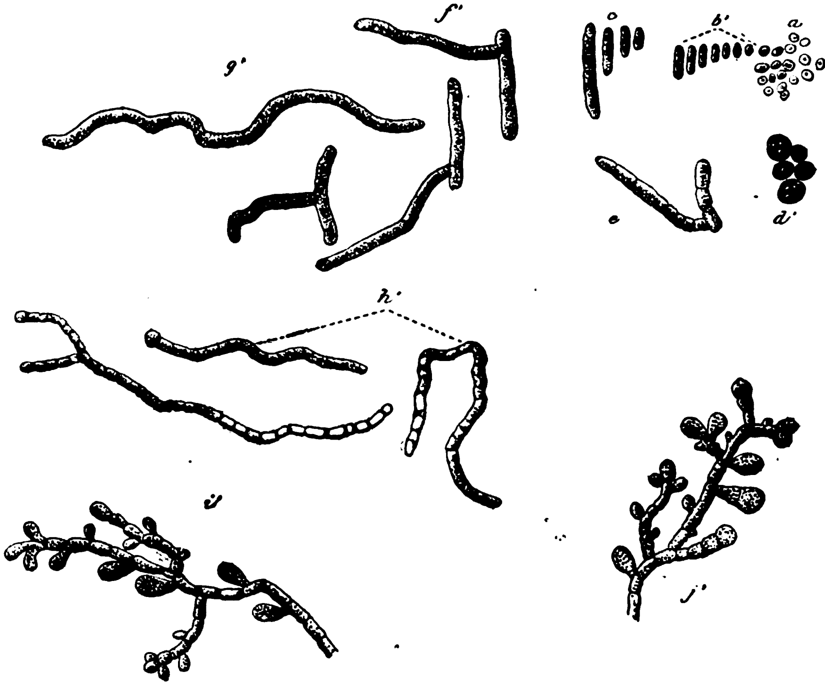


Fig. 120. — *Ios variolosa* SALISB.. à différents états de végétation, d'après M. Salisbury.

peut différencier les deux genres et justifier la création d'un nouveau nom.

4° *Ios* SALISB. (fig. 91). Nous ne comprenons pas davantage pourquoi l'auteur a créé ce nouveau genre, à moins que ce caractère ne réside dans le singulier polymorphisme admis par l'auteur. D'après lui, le *Ios variolosa*, donnant la variole, et le *Ios vaccinæ*, donnant la vaccine (fig. 120), seraient deux états de la même plante; la première serait

l'état d'Algue; la seconde serait l'état de Champignon. Quand cette plante accomplit le cycle entier de son développement, elle s'appellerait le *Ios vacciola-variolosa*. L'état de Champignon rappelle beaucoup, au reste, l'*Entophycus hæmactus*, que M. Salisbury dit avoir trouvé dans le sang des personnes malades ou bien portantes.

5° *Entophycus* SALISB.; ce protophyte nous paraît être une Mucédinée (fig. 96).

6° *Torulus* SALISB., doit avoir été indiqué pour *Torula* (fig. 44), quoique nous n'y puissions en reconnaître les caractères.

7° *Alga Ordonei* BOUCHUT. Cette production, signalée par M. Ordonez dans les tumeurs hétéradéniques, a besoin d'être revue de près.

Quelques-uns, peut-être, de ces protophytes n'ont pas toute l'importance qu'on a voulu leur accorder, mais en nous donnant la représentation de ce qu'ils ont vu, les auteurs ont fourni la base d'observations ultérieures. Cette manière de faire mérite d'être recommandée sérieusement à ces découvreurs de ferments qui voient trop et ne montrent pas assez. Car si l'on peut dire de toutes les Sciences naturelles qu'elles doivent plutôt *se dessiner que s'écrire et se parler*, cela est surtout applicable à la micrographie descriptive : la phrase ne devrait être que l'explication des figures; quand il s'agit surtout d'êtres aussi singuliers que les microbes.

TABLE DES FIGURES

PREMIÈRE PARTIE. — INTRODUCTION

DEUXIÈME PARTIE

PLANCHE EN TAILLE-DOUCE

Différents états de l'*Hygrocrocis arsenicus* depuis ses débuts à l'état de *zooglæa* (n°s 12 et 13), jusqu'à sa terminaison: 1° en fructifications ascosporées et *Torula* (n°s 2, 3, 4, 5, 6), 2° en fructifications conidiales (n°s 2 et 3), passant par toutes les formes (n°s 7, 8, 9, 10 et 11) qui, rencontrées séparément, ont pu être prises pour des protorganisés autonomes.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE PREMIER VOLUME

DEUXIÈME PARTIE

PROTORGANISÉS-PROTOPHYTES

Coulommiers. — Typog. Paul BRODARD.



